



**Luís Pedro
Gomes do Amaral**

O saber tradicional na gestão sustentável da água



**Luís Pedro
Gomes do Amaral**

O saber tradicional na gestão sustentável da água

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Dra. Celeste de Oliveira Alves Coelho, Professora Catedrática do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof^a. Dr^a. Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda

professora associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Dr. António José Dinis Ferreira

Equiparado a professor adjunto do Departamento de Ciências Exactas e do Ambiente da Escola Superior Agrária de Coimbra

Prof^a. Dr^a. Celeste de Oliveira Alves Coelho

professora catedrática do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Agradeço à Prof. Celeste de Oliveira Alves Coelho pela motivação, orientação e interesse demonstrado.

Ao Sr. Luís, Presidente da Junta de São João do Monte pela disponibilidade e informação disponibilizada.

À Carina pela constante companhia, compreensão e pelo apoio dispensado ao longo dos últimos anos.

Aos meus pais por tudo.

Manifesto ainda a minha gratidão para todos aqueles aqui não mencionados que colaboraram, de uma maneira mais ou menos directa, para o desenvolvimento desta dissertação.

Palavras-chave

Sistemas tradicionais de gestão de água, abastecimento de água, sistemas de aproveitamento de água da chuva, alterações climáticas

Resumo

O saber tradicional e os sistemas de gestão tradicional a ele associados têm vindo a desaparecer. O presente trabalho aborda a utilização e implementação de sistemas tradicionais de gestão de água, de modo actualizado, como forma de gerir o recurso de maneira sustentável.

Na primeira parte deste trabalho apresenta-se uma revisão da literatura. Aqui define-se sistema tradicional de gestão de água, reconhecendo a sua importância nos países deficitários de água e identificando os métodos de preservação das mesmas técnicas. Ao mesmo tempo tenta perceber-se a pouca eficiência demonstrada pelas políticas de gestão dos recursos hídricos utilizada nesses países. Face às alterações climáticas previstas, faz-se uma análise do clima no Holoceno e tenta-se perceber os possíveis paralelismos entre as oscilações de clima sentidas hoje com outros períodos no Holoceno. Procura-se ainda prever o impacto das alterações climáticas nos recursos hídricos de Portugal no século XXI.

Faz-se uma pequena abordagem aos instrumentos legais europeus e nacionais, identificando referências aos sistemas tradicionais de água.

Identificada como grande consumidora de água, a agricultura é alvo de especial atenção nesta primeira parte. Faz-se uma pequena resenha histórica da actividade agrícola, e descrevem-se sistemas tradicionais de gestão de água ainda em uso, abandonados, ou revitalizados, por todo o mundo, incluindo Portugal.

Por fim aborda-se um dos sistemas tradicionais de gestão de água, o aproveitamento de águas pluviais, uma vez que este sistema vai ser dissecado no presente trabalho.

Na segunda fase do trabalho faz-se uma caracterização da área de estudo, local onde se pretende implementar o sistema de aproveitamento de águas pluviais. Descreve-se uma possível implementação do sistema em dois locais: Centro Paroquial de São João do Monte e numa moradia particular. Faz-se uma descrição detalhada do sistema a implementar, os componentes do sistema, e efectua-se uma breve análise económica da implementação do sistema, concluindo-se que o tempo de retorno do investimento seria de 13 anos no caso da instalação na moradia particular. A principal conclusão deste trabalho é o papel fundamental que estes sistemas tradicionais vão desempenhar num futuro próximo, devido às alterações climáticas previstas para o século XXI.

Na última parte do trabalho relatam-se as conclusões e recomendações.

Keywords

Traditional water management systems, water supply, rainwater storage systems, climate change

Abstract

Traditional knowledge and traditional management systems are disappearing. The present work approaches the upgraded use and implementation of traditional water management systems as a mean of managing the resource in a sustainable way.

This thesis starts with a revision of the literature. Definition of traditional water management systems and the recognition of its importance in the deficit water countries is acknowledged as well as the methods of preservation of the same techniques are identified. There's also an attempt to understand the little efficiency demonstrated by the water resources management politics management in these countries.

Due to the climate change predicted for the XXI Century, both analysis of the climate during the last Holocene and comparisons between weather oscillations during that time and today are made. An effort is made to foresee the impact of the climatic change on the water resources of Portugal during XXI century.

A small approach to European and national legal instruments, identifying references to the traditional water systems, is made.

Recognized as a great water consumer, agriculture is a target of special attention in this first part. A small historical summary of the agricultural activity precedes the description of traditional systems of water management in use, abandoned, or revitalized.

Finally, one of the traditional water management systems, the rainwater storage is described once this is the system that plays a fundamental role in the present work.

The second phase of this work contemplates the study area, the place where it is intended to implement the rainwater storage system. A possible execution of the system could be installed in two places: the Parochial Centre in São João do Monte and in a private house. A detailed description of the system, its components, as well as one brief economic analysis of its implementation is made, concluding that, if the installation was made in a private house, the return of the investment would be of 13 years.

The main conclusion of this thesis is the fundamental role that these traditional water management systems will play in near future, due to the climate change predicted for the XXI century.

Finally, in the last part of this work, conclusions and future recommendations are presented.

CAPÍTULO 1	5
Introdução	5
1.1 Enquadramento do tema	5
1.2 Objectivos	7
1.3 Organização da dissertação	7
CAPÍTULO 2	10
Revisão da Literatura	10
2.1 Os sistemas tradicionais de gestão de água	10
2.1.1 Definição de sistemas tradicionais de gestão da água	10
2.1.2 O potencial dos sistemas tradicionais de gestão	12
2.1.3 Interpretação, transmissão e protecção dos STGA	12
2.1.4 Actores envolvidos e acordos institucionais:	14
2.1.5 Promoção dos STGA	15
2.1.6 Limitações das abordagens convencionais para a gestão da água em países com défice de disponibilidade de água	16
2.2 Alterações Climáticas e suas implicações nos recursos hídricos	17
2.2.1 Clima no Holoceno	17
2.2.2 Cenários dos impactos das alterações climáticas durante o séc. XXI	18
2.3 Legislação	23
2.4 A agricultura e a rega	25
2.4.1 A agricultura e o consumo de água	25
2.4.2 História da Agricultura	27
2.4.3 Sistemas de rega tradicionais no mundo	29
2.5 Os sistemas tradicionais de gestão de água em Portugal	33
2.5.1 Regadio na Península Ibérica	33
2.5.2 Sistemas tradicionais de rega em Portugal	34
2.6 Aproveitamento das águas pluviais	39
2.6.1 Importância actual do armazenamento de água das chuvas	40
2.6.2 Flutuações climáticas e armazenamento de água das chuvas	41
2.6.3 Exemplos de armazenamento de água das chuvas	43
CAPÍTULO 3	48
Caso de Estudo	48
3.1 Caracterização:	48
3.1.1 Caracterização socioeconómica	49
3.1.2 Clima	53
3.1.3 Geomorfologia e geologia	53
3.1.4 Águas subterrâneas	54
3.1.5 Águas superficiais	54

O saber tradicional na gestão sustentável da água

3.3	Abastecimento de água na freguesia	55
3.4	Solução sustentável para o abastecimento de água	58
3.4.1	Potencial de captação do edifício	59
3.4.2	Potencial de utilização da água recolhida	60
3.4.3	Qualidade da água da chuva	61
3.4.4	Componentes de um sistema de AAP	63
3.4.5	Aplicação de um sistema de AAP em São João do Monte	68
CAPÍTULO 4		76
Conclusões		76
Recomendações		80
BIBLIOGRAFIA		82

Índice de Figuras

FIGURA 1. VARIAÇÃO PREVISTA DA TEMPERATURA DA AR NA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE O PRÓXIMO SÉCULO, UTILIZANDO DIFERENTES GCM	19
FIGURA 2. VARIAÇÃO PERCENTUAL ANUAL E SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO PARA A SIMULAÇÃO HADRM2 PARA O PERÍODO 2080-2100, EM RELAÇÃO À SIMULAÇÃO DE CONTROLO (1961-1990). ((HADRM2/CONTROLO)*100). A) ANUAL; B) INVERNO; C) PRIMAVERA; D) VERÃO; E) OUTONO	21
FIGURA 3. ALTERAÇÕES PREVISTAS NO ESCOAMENTO ANUAL NAS DIFERENTES BACIAS NO ANO 2100 (FONTE: SIAM, 2006)	23
FIGURA 4. CRESCENTE FÉRTIL	27
FIGURA 5. SISTEMA DE DRENAGEM E SANEAMENTO DE ÁGUAS AINDA PRESENTES NAS RUÍNAS DA CIDADE.	30
FIGURA 6. INTERIOR DE UM QANAT EM RECONSTRUÇÃO NA CHINA	31
FIGURA 7. ESQUEMA GERAL DE UM QANAT	32
FIGURA 8. AZENHA DO VIMIEIRO – S. PEDRO DE ALVA, CONCELHO DE PENACOVA (FONTE: HTTP://WWW.CM-PENACOVA.PT/MOINHOS/AZENHA.GIF)	37
FIGURA 9. NORA ABANDONADA NO CONCELHO DE POMBAL (FONTE: HTTP://REGUENGO.HAUTETFORT.COM/IMAGES/MEDIUM_DSCN1090.JPG)	38
FIGURA 10. PICOTA NO CONCELHO DE FIGUEIRA DE CASTELO RODRIGO (FONTE: HTTP://WWW.CM-FCR.PT/ECONOMIA/IMAGES/CMFCF_FOTO_301_AG.JPG)	39
FIGURA 11. UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA DAS CHUVAS NO DISTRITO DE CHAMBA, ÍNDIA (FONTE: HTTP://WWW.TRIBUNEINDIA.COM/2007/20070702/HIM2.JPG)	42
FIGURA 12. SISTEMA DE RECOLHA E ABASTECIMENTO DE UMA CASA RESIDENCIAL JAPONESA, NA CIDADE DE TÓQUIO (FONTE: HTTP://WWW.UNEP.OR.JP/IETC/PUBLICATIONS/URBAN/URBANENV-2/9.ASP)	44
FIGURA 13. COMPLEXO DAIMLER-CRYSLER, BERLIM, ALEMANHA. CONSUMOS DE ÁGUA ANUAIS. (ADAPTADO DE: HTTP://RAINWATER-TOOLKIT.NET/INDEX.PHP?ID=21#)	46
FIGURA 14. VISTA DA CIDADE DE AIZWAL E UM RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS INSTALADO NA CIDADE (ADAPTADO DE HTTP://WWW.RAINWATERHARVESTING.ORG/URBAN/PRACTICES-AND-PRACTITIONERS.HTM#AIZA)	46
FIGURA 15. A- IMAGEM SATÉLITE DE PORTUGAL; B- CONCELHOS DE ADAPTADO DE ÁGUEDA E TONDELA, E FREGUESIAS DE CASTANHEIRA DO VOUGA E SÃO JOÃO DO MONTE (ADAPTADO DE HTTP://209.15.138.224/PORTUGAL_MAPSMAPAS.HTM)	48
FIGURA 16. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NAS FREGUESIAS DE SÃO DO JOÃO DO MONTE E CASTANHEIRA DO VOUGA - ADAPTADO DE (DAO, 2006)	51
FIGURA 17. CLASSES ETÁRIAS RESIDENTES NAS FREGUESIAS EM ESTUDO E COMPARAÇÃO COM AS MÉDIAS DOS RESPECTIVOS CONCELHOS E COM A MÉDIA NACIONAL – ADAPTADO DE (DAO, 2006)	51
FIGURA 18. NÍVEL DE ESCOLARIDADE DOS HABITANTES DAS FREGUESIAS - ADAPTADO DE (DAO, 2006)	52
FIGURA 19. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EXPLORAÇÕES AGRÍCOLAS E DA SUPERFÍCIE AGRÍCOLA ÚTIL (SAU) NOS CONCELHOS DE TONDELA E ÁGUEDA, E NAS FREGUESIAS DE SÃO JOÃO DO MONTE E CASTANHEIRA DO VOUGA – ADAPTADO DE (DAO, 2006)	52
FIGURA 20. NÚMERO DE HABITAÇÕES COM ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, OUTRO TIPO DE ABASTECIMENTO, OU SEM QUALQUER TIPO DE ÁGUA CANALIZADA – ADAPTADO DE (DAO, 2006)	53
FIGURA 21. RIBEIRO DE DORNAS, SÃO JOÃO DO MONTE, TONDELA	54
FIGURA 22. SISTEMA TÍPICO DE ABASTECIMENTO DOMÉSTICO DE ÁGUA EM SÃO JOÃO DO MONTE	55
FIGURA 23. FURO DA ABÓBODA, UM DOS FUIROS DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO GERIDOS PELA JUNTA DE FREGUESIA	56
FIGURA 24. FONTE DE CHAFURDO, O FONTANÁRIO MAIS ANTIGO DE SÃO JOÃO DO MONTE	57
FIGURA 25. UM DOS MOINHOS QUE SE ENCONTRAM AO LONGO DO RIBEIRO DE DORNAS	57
FIGURA 26. AQUEDUTO DE CALES, NAS IMEDIAÇÕES DE SÃO JOÃO DO MONTE	58
FIGURA 27. MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AAP QUE INCLUI A UTILIZAÇÃO DE UMA BOMBA PARA ELEVAR A ÁGUA (FONTE : NEVES, BERTOLO, & ROSSA, 2006)	63
FIGURA 28. MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AAP QUE UTILIZA APENAS A FORÇA GRAVÍTICA PARA DISTRIBUIR A ÁGUA (FONTE : NEVES, BERTOLO, & ROSSA, 2006)	63

O saber tradicional na gestão sustentável da água

FIGURA 29. NA ESQUERDA (A) ESTÁ REPRESENTADO UM SISTEMA DE FILTRAÇÃO DE UM SISTEMA AAP, E NA DIREITA (B) UMA SOLUÇÃO PARA O PROCESSO "FIRST-FLUSH" (FONTE: BERTOLO, 2006)	64
FIGURA 30. VÁLVULA AUTOMÁTICA PARA O FIRST-FLUSH (SMART VALVE DIVERTER) - ADAPTADO DE THE RAIN WELL, 2005.....	65
FIGURA 31. GRÁFICO DO PREÇO DO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO PARA OS DIFERENTES TIPOS DE MATÉRIAS DE CONSTRUÇÃO DO RESERVATÓRIO (FONTE: NEVES, BERTOLO, & ROSSA, 2006)	67
FIGURA 32. IMAGEM AÉREA DO CENTRO PAROQUIAL DE SÃO JOÃO DO MONTE (FONTE: GOOGLE EARTH)..	69
FIGURA 33. ESQUEMA DE UM SISTEMA DE AAP APLICADO NUMA MORADIA EM SÃO JOÃO DO MONTE	73

Índice de Tabelas

TABELA 1. CUIDADOS A TER NA CONCEPÇÃO E MANUTENÇÃO DE UM SISTEMA DE AAP. (FONTE:...)	62
TABELA 2. RESUMO DOS DADOS DA PRECIPITAÇÃO, POTENCIAL DE CAPTAÇÃO, POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO, E O BALANÇO ENTRE O POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E DE UTILIZAÇÃO PARA O CENTRO PAROQUIAL DE SÃO JOÃO DO MONTE	70
TABELA 3. CUSTOS DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE AAP	71
TABELA 4. RESUMO DOS DADOS DA PRECIPITAÇÃO, POTENCIAL DE CAPTAÇÃO, POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO, E O BALANÇO ENTRE O POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E DE UTILIZAÇÃO PARA UMA MORADIA EM SÃO JOÃO DO MONTE	72
TABELA 5. CUSTO DOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE AAP PARA UMA MORADIA	74
TABELA 6. TARIFAS DE CONSUMO DE ÁGUA APLICADAS PELA EMPRESA CONCESSIONÁRIA NO CONCELHO DE TONDELA	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 7. DIFERENÇA NAS FACTURAS DE CONSUMO DE ÁGUA ENTRE UMA MORADIA COM SISTEMA DE AAP E OUTRA SEM O MESMO	75

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento do tema

É consensual, hoje, que o clima está a atravessar uma fase de mudança. A temperatura da superfície terrestre aumenta, as estações do ano estão cada vez menos definidas, os fenómenos extremos como cheias, secas, tempestades, tufões, etc..., são cada vez mais frequentes. A mudança climática pode ser consequência de processos naturais ou da intervenção humana na composição da atmosfera e/ou solos.

Os efeitos destas mudanças climáticas, conjuntamente com o aumento população do planeta, e consequente depleção dos recursos hídricos, implicam novas formas de gerir a água, recurso indispensável para a sobrevivência humana. Entre essas “novas” formas de gestão encontram-se as técnicas tradicionais de gestão de água, que, se melhoradas e aperfeiçoadas, podem oferecer um importante contributo. Para além deste contributo técnico, a preservação das técnicas tradicionais de gestão de água é também importante do ponto de vista histórico e cultural, uma vez que muitas delas foram criadas há centenas ou milhares de anos, continuam a ser utilizadas hoje, e associadas a estas técnicas surgem sociedades ambientalmente responsáveis e sustentáveis.

A temática da gestão dos recursos hídricos tem um papel cada vez mais determinante nas políticas dos países em todo o mundo. Actualmente muitas regiões do globo vêm-se confrontadas com a escassez de água, fruto do aumento da população e das crescentes actividades económicas. Este problema foi, em parte, motivado pela prática de deficientes políticas de gestão dos recursos hídricos, fomentando a gestão da água na perspectiva de esta ser um bem ilimitado e muito abundante. Assim, torna-se necessária a adopção de novas estratégias e soluções para a gestão da água, tornando-a disponível ao maior número de pessoas.

Os sistemas tradicionais de exploração, armazenamento e distribuição de água representam uma importante base para o estudo do impacto das alterações climáticas na gestão dos recursos hídricos. Este tipo de sistemas encontra-se por todo o território nacional, fundamentalmente em áreas rurais, existindo alguma variação na dimensão,

utilidade e funcionamento, de acordo com o relevo, condições climáticas e características físicas da propriedade. Nestas zonas rurais, onde a agricultura tradicional ainda representa um importante papel na sociedade local, estes sistemas tradicionais podem ressurgir como impulsionadores da sustentabilidade das actividades produtivas locais (Valente, et al., 2006). De facto, as técnicas tradicionais de gestão de água são legado de períodos como a ocupação romana e árabe, tendo sido sempre utilizadas e melhoradas até aos nossos dias. Os sistemas tradicionais de gestão de água merecem uma maior atenção, uma vez que estão mais adaptados às condições locais, onde a variabilidade climática está incluída.

De acordo com estudos recentes (Projecto SIAM II, 2006), a precipitação vai diminuir no sul da Europa durante o corrente século, resultado das alterações climáticas. Os impactos destas alterações na disponibilidade da água vão ser sentidos quer no lado da procura (aumento do consumo de água), quer no lado da oferta (alterações nos regimes de precipitação). A agricultura, que representa um consumo de 74,4% da água total consumida no país (Instituto da Água, I. P.), requer maiores quantidades de água nas épocas de pluviosidade menos intensa, o que agrava a situação das alterações climáticas.

A manutenção e protecção dos sistemas tradicionais têm sido dificultadas fundamentalmente por duas razões: debilidade estrutural dos próprios sistemas; falta de mão-de-obra. A crise agrícola vivida em Portugal nos últimos 50 anos, reflectida no êxodo das populações das áreas rurais e consequente abandono das práticas agrícolas, resultou num défice de recursos humanos, necessários ao manuseamento destas técnicas. Um outro factor que influencia o estado dos sistemas tradicionais está relacionado com as políticas de desenvolvimento adoptadas para os meios rurais, promovendo essencialmente o turismo, negligenciando a agricultura (Coelho, et al., 2002).

Apesar da sua evidente ligação à agricultura tradicional, a utilização destes sistemas para o abastecimento doméstico é também evidente, e tem sido revitalizado nos tempos actuais.

Face à importância da gestão dos recursos hídricos, num contexto de mudança global, os sistemas e técnicas tradicionais de gestão de água adquirem um papel central, mas que tem sido relativamente subalternizado em relação a outras áreas de investigação.

Numa primeira fase, este trabalho estava relacionado com o projecto TRADWATER (POCI/CLI/60784/2004). O TRADWATER pretende dar um contributo para a reestruturação do processo de tomada de decisão, no que respeita à preparação para

a mudança global, associada às alterações climáticas. O objectivo central do projecto centra-se na integração da dimensão ambiental e socioeconómica nos sistemas de gestão de água e incorporando as percepções da população local e dos principais agentes socioeconómicos.

1.2 Objectivos

O objectivo principal deste trabalho centra-se na possibilidade da utilização e revitalização de técnicas tradicionais de gestão de água, melhoradas e adaptadas à actualidade, no sentido de procurar soluções sustentáveis para o abastecimento doméstico de água na em áreas rurais.

Um dos objectivos específico deste trabalho passa pela apresentação de uma revisão da literatura, incidindo sobre os sistemas tradicionais de gestão de água, o seu papel na agricultura e nas tarefas domésticas.

Procura-se demonstrar a fiabilidade e sustentabilidade deste tipo de sistemas, como solução de recurso para o abastecimento de água, propondo a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais na Freguesia de São João do Monte, Concelho de Tondela

Outro objectivo específico centra-se na elaboração de um pequeno estudo económico, calculando o período de retorno do investimento na implementação desse sistema.

1.3 Organização da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em nove capítulos.

O primeiro capítulo inclui o tema da dissertação, motivações, objectivos e, por fim, a síntese dos restantes capítulos.

No Capítulo 2 faz-se uma revisão da literatura sobre: a definição de sistemas tradicionais de gestão de água, sua importância e potencialidades; as alterações climáticas e suas implicações na gestão dos recursos hídricos; a legislação europeia, ibérica e nacional no domínio da gestão dos recursos hídricos; a estreita relação entre agricultura e os sistemas tradicionais de gestão de água; e, por fim, a importância da utilização da captação directa das águas das chuvas ao longo dos tempos.

O caso de estudo é apresentado no Capítulo 3, assim como a solução apresentada para o melhoramento da situação do abastecimento doméstico na freguesia de São João do Monte do concelho de Tondela, distrito de Viseu.

As conclusões do trabalho e recomendações para futuros desenvolvimentos são apresentados no Capítulo 4.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

2.1 Os sistemas tradicionais de gestão de água

2.1.1 Definição de sistemas tradicionais de gestão da água

Os sistemas tradicionais são propriedade de todas as pessoas, em todo o mundo, que mantêm modos de vida que dependem do saber local de gestão da água. Cada comunidade possui o seu saber tradicional, único, em contraste com a uniformização do conhecimento científico internacional.

A diferença entre sistemas tradicionais e modernos não é muito clara. Se nalguns casos os sistemas surgiram e foram desenvolvidos sempre que houve essa necessidade pelas comunidades, noutros casos a introdução dos sistemas deve-se aos colonizadores, sendo adaptados e desenvolvidos de acordo com as necessidades e conhecimentos locais.

O termo “tradicional” refere-se ao conjunto de conhecimentos, crenças, convenções de práticas e comportamentos relacionados com a gestão da água, que é gerado pelas comunidades e que é transmitido através das gerações. Estas comunidades tendem a desenvolver preocupações em manter um sistema de relações sociais marcado por obrigações e regras. Os recursos hídricos envolvidos nestas comunidades são propriedade destas e, ainda que o não sejam legalmente, são geridos de acordo com normas e regras definidos pela comunidade.

O conceito de “gestão” envolve: assegurar a subsistência; protecção e conservação da água; regulação da utilização e resolução de conflitos; operação e manutenção dos recursos hídricos. Esta gestão engloba as várias utilidades tradicionais da água (água para beber e para uso doméstico, agricultura, florestação, jardinagem, gado, pesca), e também a detecção, extracção, armazenamento, transporte, consumo e rejeição das águas.

A visão da UNESCO sobre gestão e governabilidade da água implica a harmoniosa relação entre a água e a cultura, realçando a faceta cultural da água. De maneira a alcançar soluções sustentáveis que contribuam para a equidade, paz e desenvolvimento, a gestão da água precisa que seja levada em conta a diversidade cultural e biológica. Por esta razão, a

UNESCO acredita que a dimensão cultural dos recursos hídricos merece uma profunda análise, proporcionando assim um melhor entendimento das suas diversas ramificações.

A ciência e a tecnologia são vitais para o entendimento do ciclo da água, no entanto elas desenvolveram-se em resposta a contextos ambientais específicos e às necessidades dos povos, que, por sua vez, são influenciadas por factores sociais e culturais. A água tem poderosas funções culturais. Uma vez que a água está ligada a todos os aspectos da existência humana, desde o início cada comunidade criou estruturas sociais, regras e práticas para o uso deste recurso de acordo com as suas convicções e dos seus códigos de ética. Como resultado, a água é rica em significados e socialmente importante. Gerir a água deve englobar tanto a componente técnica como a cultural, reflectindo como os povos e as comunidades se relacionam com a natureza. Dos tempos pré-históricos até hoje, o relacionamento da humanidade com a água tem grande influência sobre a sustentabilidade das sociedades.

Há um reconhecimento crescente que, para compreender e conservar os recursos naturais como a água, é necessário entender as culturas humanas que formatam e interagem com os sistemas naturais. A este respeito, a necessidade de reconhecer e valorizar os conhecimentos tradicionais vem ganhando terreno. Adoptando a Declaração Universal sobre Diversidade Cultural da UNESCO (2002), a comunidade internacional demonstrou o seu comprometimento ao reconhecer a “contribuição do conhecimento tradicional, particularmente a respeito da protecção ambiental e da gestão dos recursos naturais, e a promoção da sinergia entre a ciência moderna e o conhecimento local” (Plano de Acção nº 14 da Declaração).

O conhecimento tradicional alerta para a realidade de que a água não é meramente um produto. Desde o início da humanidade, a água tem-nos inspirado, dando-nos vida espiritual, material, intelectual e emocional. Compartilhar e aplicar os ricos conteúdos de nossos sistemas de conhecimento, incluindo aqueles tradicionais e de sociedades indígenas, assim como as lições aprendidas por meio da nossa histórica interacção com a água, contribuirá enormemente para que se encontrem soluções para os actuais desafios da água (UNESCO, 2007).

2.1.2 O potencial dos sistemas tradicionais de gestão

Na Europa Mediterrânica existem ainda vestígios deste tipo de sistemas, suas técnicas e conhecimentos, mas é nos países africanos e asiáticos que os STGA podem ser encontrados com maior frequência e com utilização corrente. Os STGA estão intimamente ligados à agricultura tradicional, mas existem também sistemas com o propósito de abastecer habitações e os seus usos domésticos.

Apesar de serem escassas as evidências factuais que suportem a teoria da promoção e utilização dos sistemas tradicionais de gestão de água (STGA), existem razões para acreditar que esse é o caminho a seguir como ponto de partida de novos programas.

De acordo com um estudo do “International Secretariat for Water Supported by International Development and Research Centre” (ISWsID&RC, 2001) realizado em países africanos deficitários de abastecimento de água, os benefícios da utilização dos STGA são vários. Entre eles destacam-se: os ganhos ambientais colectivos, isto é, a menor probabilidade de ocorrência de secas e de perdas de água, o acesso a boa água para beber (manutenção colectiva dos pontos de recolha de água), ou o armazenamento de água em fontes subterrâneas; e a importância da consciencialização colectiva para a maior participação e voluntariedade dos utilizadores na gestão sustentável da água.

Para que a aceitação destes sistemas seja alargada e legitimada, é necessário perceber e sistematizar: os arrendamentos das terras e acordos institucionais a nível local; o impacto da densidade populacional, uso da terra e variáveis ecológicas nestes sistemas.

2.1.3 Interpretação, transmissão e protecção dos STGA

Existem duas razões principais para proceder a um correcto entendimento e interpretação dos STGA:

- São baseados no conhecimento local de uma certa cultura ou sociedade; evoluíram e permaneceram entre nós ao longo dos tempos.
- Estão associados a regras sociais e baseados em mitos e crenças transmitidas muitas vezes oralmente através de histórias e lendas. Por esta razão, poderá ser difícil

O saber tradicional na gestão sustentável da água

transmitir ideias e conceitos destes sistemas a quem não partilha a mesma língua, tradição ou experiência.

Cada comunidade possui algo que pode ser descrito como uma ética ambiental, desenvolvida a partir de conhecimento empírico adquirido na vivência de determinado ecossistema. Os sistemas tradicionais tendem a realçar aspectos como a cooperação, ligação familiar e inter-geracional, confiança na auto-suficiência dos recursos naturais disponíveis localmente, e a restrição na exploração dos recursos, respeitando a natureza (Gaulin, 1995).

A degradação ambiental nos países em vias de desenvolvimento pode ser explicada, em parte, pelo abandono e degradação dos recursos de gestão tradicionais, tais como os STGA.

Factores como o aumento da participação em mercados económicos globais, o crescimento populacional e consequente aumento da necessidade de água, ou a tendência para centralizar o poder de decisão em relação a várias matérias, influenciaram o abandono sistemático e gradual dos sistemas tradicionais de gestão de água. Com a economia global em crescimento, a questão da desertificação das terras não pode ser eficazmente enfrentada caso se opte apenas pela acção a nível local. Os processos causadores da desertificação e da degradação dos recursos hídricos a nível local, têm raízes em questões nacionais e internacionais. De modo a lidar com estes problemas com eficácia, as políticas e o mercado global têm que adoptar esforços no sentido de apoiar efectivamente o desenvolvimento sustentável.

Olhando para a gestão tradicional da água, deve-se perceber que estas pessoas conseguem viver sustentadamente porque os seus sistemas de produção e reprodução são flexíveis e fazem sentido na sua concepção cultural do mundo.

Existe uma ligação espiritual entre estas populações e a natureza, que se reflecte nos sistemas de gestão dos recursos. Vêem-se a eles próprios como sendo parte da natureza, acreditando que a natureza retribuirá sempre que eles se mantenham responsáveis e conscientes do poder da natureza.

O know-how sobre os sistemas nas comunidades é passado de geração em geração através do trabalho diário. O filho(a) que trabalha com os progenitores adquire assim o

conhecimento. Esta comunicação interna está em risco devido à aculturação e destruição do ambiente devido a factores externos (Agarwal & Narain, 1992).

2.1.4 Actores envolvidos e acordos institucionais:

São muitos os agentes envolvidos na construção e manutenção dos SGTA. Segundo *ISWSID&RC (2001)*, normalmente, os homens são responsáveis pela construção, manutenção e gestão das estruturas, enquanto as mulheres tem um papel importante no uso doméstico da água.

A abordagem convencional dos programas de protecção de solo e água que se têm tentado implementar demonstrou dois problemas principais: a tentativa de fornecer novas fontes de água, em vez de promover a reabilitação das estruturas existentes; a ideia de impor determinadas regras e políticas alheias aos costumes das populações locais.

O conhecimento detalhado da diferenciação social das comunidades é indispensável para que a reabilitação dos sistemas seja eficaz. É importante porque permite ao *staff* de campo perceber os factores subjacentes que norteiam a diferenciação social, e a importância de cada factor. Pode ajudar assim a ajudar o staff a encontrar medidas para ajudar os desfavorecidos. É importante ter em mente que nem sempre é fácil desenvolver actividades para beneficiar apenas a secção mais pobre da sociedade. São necessárias novas abordagens para ajudar os grupos mais pobres. Quando possível, devem criar-se formas de favorecer os pobres e sem-terra aquando da reabilitação de terras e recursos de água com vista à produção (Moubachir, 1995).

Quando os grupos da comunidade encarregues pela recuperação e gestão dos sistemas derivam das organizações tradicionais locais, está lançada a base para a cooperação, confiança e resolução rápida de conflitos. Esta opção representa muito menos custos do que criar um grupo de raiz, sem qualquer história ou trabalho em conjunto. É importante que as formas de interacção e de tomada de decisão se baseiem nos costumes locais.

Apesar das preocupações dos governos, nomeadamente dos países em vias de desenvolvimento, com o desenvolvimento de estratégias para a sustentabilidade, a actual relação com as comunidades locais pode variar, desde a adopção de parcerias até à adopção de métodos de descentralização de poder.

Os governos desempenham um papel importante no desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos em geral, e dos SGTA em particular: reconhecer e legislar as rendas, relações e direitos de propriedade baseados nos costumes locais; garantir a participação nas tomadas de decisão de mulheres, pastores nómadas e outros grupos de risco; criar legislação de suporte para garantir uma eficaz distribuição dos benefícios financeiros do uso de recursos da comunidade; descentralizar o poder, promovendo a devolução da responsabilidade da gestão dos recursos naturais para as comunidades locais; fornecer formação adequada aos agentes das agências públicas que trabalham no campo; fornecer formação aos utilizadores, fundindo conhecimento técnico com o saber tradicional; apoiar financeiramente os investimentos necessários nos sistemas (facilitando o acesso ao crédito, utilizando incentivos directos ou indirectos para promover a conservação da qualidade água, usar os impostos para melhorar as infra-estruturas locais, etc.); gerir os conflitos que possam surgir na gestão dos sistemas. (IFAD, 1992)

2.1.5 Promoção dos STGA

Um dos principais motivos para o declínio da utilização dos SGTA em áreas semi-áridas e sub-húmidas secas é a negligência das políticas governamentais em relação a estes sistemas (ISWSID&RC, 2001). Para alterar esta situação, a política ambiental tem que ser alterada. É necessária a criação de políticas e programas que regulem a utilização dos recursos hídricos, penalizem os infractores, e encorajem os utilizadores a gerir os seus recursos, terá que se fazer uma avaliação dos efeitos laterais das intervenções e programas de desenvolvimento nos SGTA, e dever-se-á promover a inclusão de medidas de protecção/reabilitação de SGTA nos projectos e políticas relacionadas com a protecção ambiental e erradicação da pobreza.

Os grandes obstáculos a maiores investimentos na reabilitação dos SGTA incluem: a ausência de contribuição fiscal para apoiar estes recursos; longo período de gestação e custos de transacção complexos associados à deslocação de recursos para os STGA; ganhos “invisíveis”. A resolução destes problemas pode residir numa decisão deliberada de transferir recursos para os SGTA e na criação de grupos de utilizadores organizados. As agências externas que investem podem também incorporar a perspectiva dos SGTA na sua abordagem do desenvolvimento sustentável.

Para quebrar o círculo vicioso do empobrecimento, deve-se investir em novas e melhores tecnologias, que podem revitalizar a regeneração dos recursos e aumentar a qualidade e quantidade de água. A tecnologia empregue deve basear-se nas necessidades dos utilizadores da água, e a melhoria das tecnologias disponíveis não deve basear-se apenas na sua vertente comercial, mas sim numa vasta gama de considerações. (The World Bank, 1992)

2.1.6 Limitações das abordagens convencionais para a gestão da água em países com défice de disponibilidade de água

Uma das constatações do estudo do *ISWSID&RC (2001)* resulta que, salvo algumas excepções, os desfechos dos projectos executados pelos governos de países de regiões áridas ou semi-áridas têm sido desanimadoras. Os beneficiários têm sido sistematicamente excluídos do processo de decisão e a manutenção dos sistemas não é assegurada mesmo quando os mesmos são compostos por tecnologia barata (bombas manuais). O *International Fund for Agricultural Development* (IFAD, 1992), através dos relatórios sobre a conservação de solos e água na África sub-sariana, e o *International Drinking Water Supply* foram responsáveis pelos primeiros estudos sistemáticos sobre as razões das falhas nas abordagens convencionais para a gestão da água:

- A abordagem demasiado vocacionada para a engenharia conduziu a implementação de sistemas complexos, implicando assim a exclusão dos utilizadores da água de processos dos quais eles deveriam fazer parte;
- As técnicas e métodos a utilizar, e as áreas que receberam tratamento, foram determinados apenas e só pelos especialistas;
- A introdução de técnicas inapropriadas;
- A ausência de treinos e explicações sobre técnicas simples de gestão de água aos utilizadores da água aumenta a sua dependência nos agentes exteriores e reduz a sua capacidade de adoptar novas medidas;

- O conceito de desenvolvimento sustentável tem sido irracionalmente realçado nalgumas regiões. Em zonas onde a carência de água é premente, o interesse das gerações futuras não é relevante para quem se debate com problemas graves de abastecimento de água, estando em risco a sua sobrevivência. Esta situação implica a pouca aceitação das políticas governamentais por parte das populações;
- As diferentes organizações envolvidas nos projectos favorecem diferentes técnicas, filosofias, procedimentos para o planeamento, implementação, monitorização e avaliação. Esta situação causa competição e fricção entre os vários projectos implementados no campo.

Apesar destas falhas e abordagens erradas serem mais facilmente identificadas e caracterizadas nas regiões com grande défice de água disponível, estes factos são relevantes para todas as zonas do planeta. A questão da insustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água coloca-se um pouco por todo o mundo, mesmo nos locais onde o acesso à água é mais fácil.

2.2 Alterações Climáticas e suas implicações nos recursos hídricos

2.2.1 Clima no Holoceno

Durante algum tempo supôs-se que o clima durante o Holoceno (período que se segue à última era glacial, ou seja desde 10000 A.C. atrás até hoje) se tinha mantido mais ou menos estável. Actualmente sabe-se da existência de períodos de tempo consideráveis, nos últimos 11500 anos, nos quais sucederam secas, cheias, ventos ciclónicos e mesmo alterações bruscas de temperaturas. O último fenómeno deste tipo ocorreu entre 1300 e 1850. Denominou-se este período de Pequena Era Glaciar (Little Ice Age - LIA), reduzindo a temperatura dos mares sub-tropicais em 3°-4°C (deMonecal, 2001).

De facto, a ocorrência destes fenómenos durante o Holoceno coincidem estatisticamente com as mudanças de clima ocorridas na última era glacial, possibilitando afirmar que decorreram alterações climáticas ciclicamente cada 1470 ± 500 anos durante os dois períodos. Estas alterações terão sido os dinamizadores das revoluções económicas e sociais na última era (domesticação de animais, cultivo de alimentos, etc). Sedimentos na

Lagoa Pallcacocha, no Equador, sugerem a ocorrência cíclica de fenómenos do tipo El Niño ao longo do Holoceno (Moy et al., 2002).

Ultimamente têm-se verificado fenómenos de seca e aridez extrema em várias partes do globo, alguns deles talvez causa desses acontecimentos cíclicos, e outros indiscutivelmente ligados ao efeito antropogénico do efeito de estufa.

Registos históricos e arqueológicos mostram muitos exemplos de sociedades e civilizações que se extinguíram devido à combinação de factores sociais, políticos e económicos. Estudos recentes comprovam que as alterações climáticas, nomeadamente os períodos de seca, foram os principais responsáveis pela migração humana, separação cultural e extinção das sociedades mais antigas. A migração como estratégia de mitigação dos efeitos das secas foi muito adoptada por povos de todos os continentes, ao longo dos séculos (deMonecal, 2001).

As calotes de gelo do Quilimanjaro fornecem informação das alterações climáticas ocorridas na África Oriental nos últimos 11700 anos (Thomson & al., 2002). Sabe-se que há 4000 anos se iniciou um período hoje conhecido como “The first dark age”, o período de seca mais extrema conhecido na África tropical. Estudos recentes (Nunez, Grosjean, & Cartajena, 2002) demonstraram que o deserto de Atacama, no Chile, esteve habitado em alguns períodos do Holoceno, períodos nos quais havia água disponível nessa região.

Na história mais recente, efeitos das alterações na precipitação e a ocorrência de períodos de escassez de água, tiveram consequências culturais nas populações. Existe assim um elo de ligação entre desenvolvimento cultural, mudanças climáticas e escassez de água (Verschuren, et al., 2000).

2.2.2 Cenários dos impactos das alterações climáticas durante o séc. XXI

Existem diferentes definições do conceito de alterações climáticas. Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* “a mudança climática resulta de uma variação estatisticamente significativa do estado médio do clima ou na sua variabilidade que persiste durante um intervalo de tempo extenso (tipicamente na ordem de décadas ou superior” (Houghton et al., 1990). Já a *Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas* faz a distinção entre *mudança climática* (resultado directo ou

indirecto da actividade humana) e *variabilidade climática* (resultado de causas naturais) (United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992).

O aquecimento global do planeta tem sido alvo de numerosos debates e discussões científicas nos últimos 30 anos. O chamado “efeito de estufa”, causado pela acumulação de gases de efeito de estufa (GEE) na atmosfera, da responsabilidade das actividades humanas, tem sido apontado como o responsável pelo aumento da temperatura superficial terrestre verificado nos últimos anos. As comunidades científicas e política internacionais ficaram preocupadas com o aquecimento global, ao ponto de criarem o IPCC em 1988. Este organismo, composto por um grupo de especialistas, tem vindo a publicar relatórios sobre o aquecimento global, as suas causas, os possíveis impactos, medidas e políticas de mitigação.

O impacto que este aquecimento global terá nos recursos hídricos influenciará a escolha dos instrumentos de gestão da água no planeta. O aumento de gases de estufa conduz a um aumento da temperatura, que por sua vez vai alterar os valores de precipitação e evaporação na superfície terrestre, afectando assim os caudais dos rios e recargas das águas subterrâneas, factores que influenciam a qualidade da água disponível.

As estatísticas disponíveis indicam que a temperatura média global da atmosfera aumentou $0,6 \pm 0,2$ °C durante o século XX (Projecto SIAM II, 2006). O aquecimento ocorreu fundamentalmente em dois períodos: 1910-1945 e 1976-2000. Ainda segundo o *SIAM II* (2006), estes estudos indicam que a Península Ibérica sofrerá um aumento significativo da temperatura média anual, durante o século XXI, na ordem dos 2 °C – 7 °C, dependendo do modelo utilizado (Figura 1).

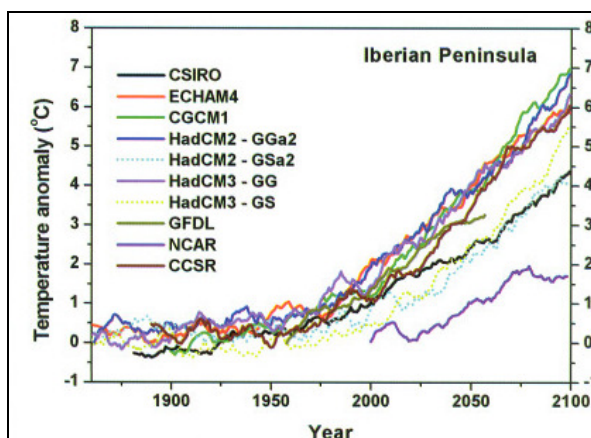


Figura 1. Variação prevista da temperatura da ar na Península Ibérica durante o próximo século, utilizando diferentes GCM (SIAM II, 2006)

As actuais simulações, utilizando modelos climáticos, indicam que é muito provável que o grande responsável pelo aquecimento do planeta seja o lançamento de GEE pelas actividades humanas. A queima de combustíveis fósseis é uma dessas actividades, e não é de crer que o seu consumo diminua ao longo do século XXI, a não ser que as suas reservas mundiais ameacem esgotar no decorrer do mesmo.

Deste modo, a prevenção de riscos potenciais para a população do planeta exige a avaliação dos impactos da mudança climática. Esta avaliação implica a utilização de modelos climáticos fiáveis e a consideração da evolução de variáveis socioeconómicas e tecnológicas, uma vez que estas últimas influenciam as emissões futuras de GEE. A construção de cenários climáticos visa descrever simplificada e de modo plausível os possíveis impactos das alterações climáticas (Projecto SIAM II, 2006).

De modo a prever esses impactos têm sido utilizados, nos últimos anos, Modelos de Circulação Geral (GCM) e Modelos Climáticos Regionais (RCM) da atmosfera, no cenário da duplicação do efeito radioactivo dos gases de estufa até ao fim do século XXI (cenário IS92a – IPCC).

Os GCM são utilizados para reproduzir com exactidão as distribuições sazonais de pressões e temperaturas a larga escala. Estes modelos são representações matemáticas dos processos físicos na atmosfera e oceanos, e as suas interacções. Estes modelos globais têm vindo a ser melhorados, e são hoje um poderoso instrumento de previsão climática. Os RCM possibilitam um maior detalhe na previsão dos impactos das alterações climáticas numa determinada área, como por exemplo a Península Ibérica. Estes últimos modelos apresentam uma resolução horizontal de algumas dezenas de km, contrapondo com as centenas de km de resolução dos GCM, permitindo assim uma melhor performance em estudos à escala regional. Outra vantagem dos RCM é a possibilidade de representar melhor a orografia e as linhas de costa da área de estudo, melhorando assim a distribuição espacial da precipitação, especialmente quando associada a regiões montanhosas (Projecto SIAM II, 2006).

O impacto das alterações climáticas nos recursos hídricos nacionais foi obtido a partir do modelo de Temez. Os resultados de evapotranspiração e precipitação obtidos nos GCM's (HadCM3) e RCM's (HadRM2) foram utilizados como dados de entrada no modelo de Temez.

Os dados resultantes das simulações utilizando estes dois modelos não foram totalmente concordantes. Ambas prevêem uma diminuição do escoamento nas bacias durante o Verão, Outono e Primavera, mas diferem na previsão para o Inverno: o modelo global prevê uma diminuição do escoamento e o modelo regional um aumento. Ambas coincidem no aumento da assimetria sazonal e espacial do escoamento.

A precipitação registada vai também registar diferenças, não só na quantidade, mas igualmente na distribuição sazonal (Figura 2). Está prevista uma diminuição da precipitação na ordem dos 100 mm/ano, com um aumento durante os meses de Inverno, diminuição substancial na Primavera e Outono e menos perceptível no Verão. A precipitação acumulada, em dias de precipitação intensa, tende a aumentar e regista-se uma tendência para esses dias se acumularem durante o Inverno, contribuindo para o aumento do risco de cheias.

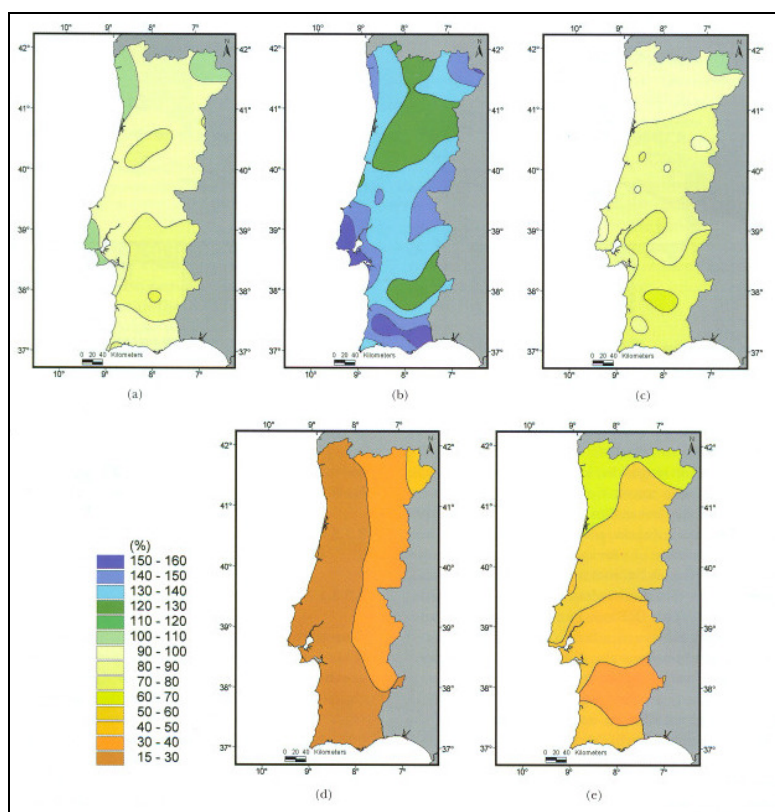


Figura 2. Variação percentual anual e sazonal da precipitação para a simulação HadRM2 para o período 2080-2100, em relação à simulação de controlo (1961-1990). [(HadRM2/Controlo)*100]. a) Anual; b) Inverno; c) Primavera; d) Verão; e) Outono (SIAM II, 2006)

Algumas alterações registadas no regime dos recursos hídricos nas simulações HadCM3 e HadRM2 (Figura 3):

- Redução progressiva do escoamento anual, mais significativa a sul do território do continente durante o século XXI; tendência clara de concentração de escoamento nos meses de Inverno; o modelo HadRM2 prevê uma maior variação de caudais durante o ano resultante de um forte aumento de precipitação durante o Inverno e uma grande redução no resto do ano;
- Dependendo do modelo climático utilizado, a variação do escoamento anual das bacias a norte do rio Douro no ano 2100 situa-se entre +5% e -10% (HadCM3), ou apresentam um aumento de 10% (HadRM2);
- No ano 2100, segundo o HadCM3, o escoamento médio anual nas bacias do rio Vouga e Mondego diminuirá entre 15% e 30 %, e entre 10% e 30% na bacia do rio Tejo. O HadRM2 não é muito claro sobre a tendência do escoamento anual nesta região, mas apresenta uma redução acentuada do escoamento durante os meses de Verão e Outono, que pode atingir os 80%. Tais reduções deverão implicar longos períodos de baixo caudal, afectando as disponibilidades de água;
- O modelo HadCM3 prevê um decréscimo do escoamento médio anual de 60% em 2100 nas bacias dos rios Sado e Guadiana, sendo estas as bacias mais vulneráveis face a eventuais alterações climáticas. As bacias algarvias não serão tão afectadas como estas duas referidas. Para estas bacias o HadRM2 é mais optimista, prevendo um aumento de escoamento, fruto de um grande aumento de precipitação durante o Inverno;
- O risco de ocorrência de cheias vai aumentar em frequência e magnitude, fruto da concentração de precipitação numa determinada altura do ano (Inverno);
- A qualidade da água tenderá a degradar-se, principalmente a Sul do país e durante o Verão, resultado dos baixos caudais e elevadas temperaturas;

- Grande consumidor de água, o sector agrícola vai ressentir-se da necessidade do aumento de irrigação dos campos agrícolas, consequência do aumento de temperatura, e dos menores caudais dos rios durante o Verão.

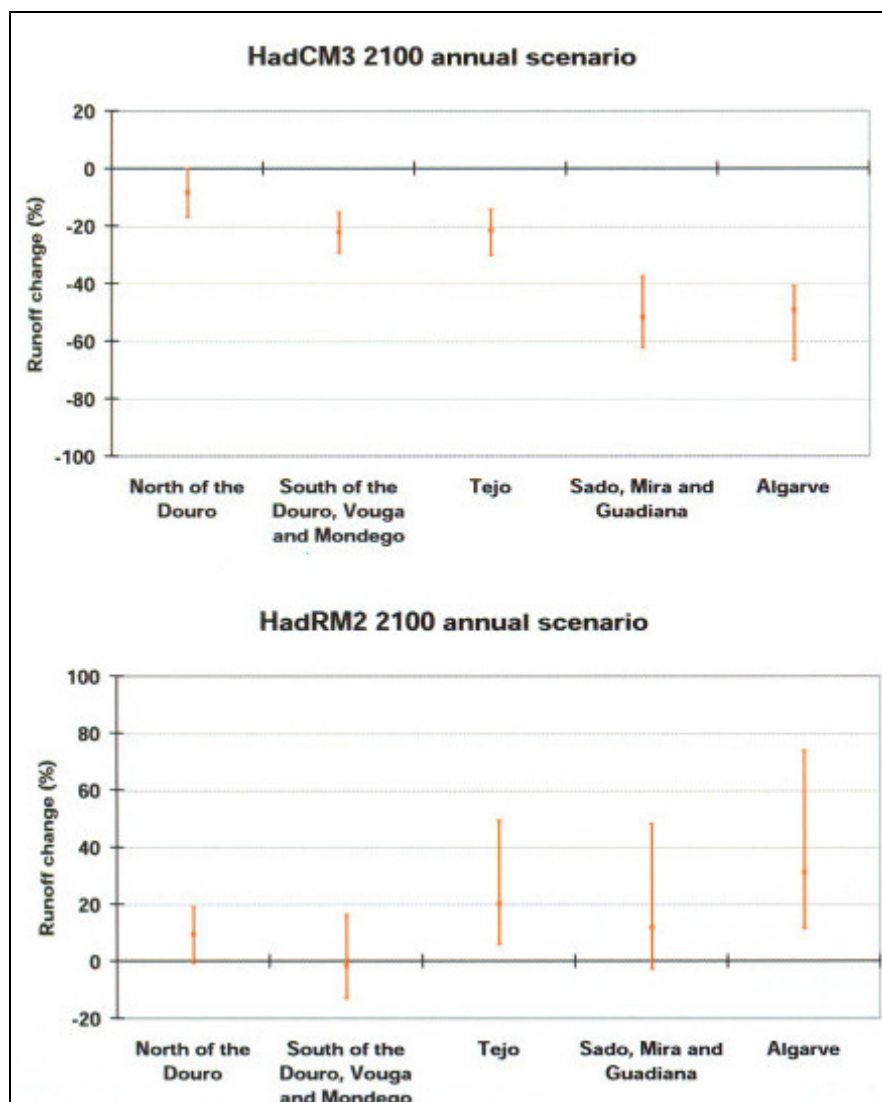


Figura 3. Alterações previstas no escoamento anual nas diferentes bacias no ano 2100 (Fonte: SIAM, 2006)

2.3 Legislação

Entre os diplomas nacionais que configuram o quadro legal em matéria de recursos hídricos, destacam-se os seguintes, enumerados cronologicamente:

- Constituição da República Portuguesa, 1976, que estabelece como uma das tarefas fundamentais do Estado preservar os recursos naturais (artigo 9º);
- D.L. n.º 74/90, de 7 de Março - Lei de Qualidade da Água - fixando as normas gerais de descarga de águas residuais urbanas e industriais, nos meios receptores, sendo responsabilidade da Administração o seu cumprimento
- D.L. n.º 45/94, de 22 de Fevereiro, que regula o processo de planeamento de recursos hídricos, elaboração e aprovação de planos de recursos hídricos;
- D.L. n.º 236/98, de 1 de Agosto, que estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade de água, transpondo para o direito interno a Directiva n.º 80/778/CEE;
- D.L. n.º 112/2002, de 17 de Abril, que aprova o PNA (Plano Nacional da Água), passando a ser responsável pela gestão dos recursos hídricos em Portugal, protecção e uso equilibrado da água;
- Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que transpõe para a legislação portuguesa a DQA.

Este último diploma, a Lei da Água (Lei nº58/2005), representa, actualmente, o principal instrumento de gestão e planeamento dos recursos hídricos. Esta lei transpõe para o direito nacional a Directiva Quadro da Água (Directiva n.º 2000/60/CE).

Em consonância com a Directiva definiu-se, neste pacote legislativo, o quadro e concretizaram-se os instrumentos para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Criou-se um novo enquadramento institucional, baseado em Administrações de Região Hidrográfica, substituindo as Bacias Hidrográficas como as áreas de gestão os recursos hídricos, e um novo quadro jurídico em que se passa a processar a utilização dos recursos hídricos.

Fixaram-se os objectivos ambientais a atingir e concretizaram-se prazos e procedimentos de monitorização da qualidade e do estado da água. Os objectivos propostos estão relacionados com a promoção da “utilização sustentável de água, baseada numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis”, a mitigação dos “efeitos das inundações e das secas”, a cessação da “degradação e proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e também dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades de água”, ou

“assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial e subterrânea de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água”.

No entanto, a referência ao papel das técnicas e conhecimentos tradicionais de gestão da água continua a não existir. Na elaboração deste trabalho tentar-se-á expor a importância das técnicas tradicionais na gestão sustentável da água, demonstrando que o próprio funcionamento desses sistemas implica uma gestão equilibrada dos recursos, não pondo nunca em causa a possibilidade de sobre-exploração dos mesmos.

2.4 A agricultura e a rega

A agricultura é a principal actividade responsável pelo fornecimento de alimento ao Homem, através da produção primária (formação de biomassa – sementes, frutas, raízes, folhas, etc.) ou da produção secundária (pecuária). A pesca tem vindo a perder peso como meio de obtenção de alimento para o homem, devido à sobre-exploração de rios e mares. De igual modo, mas com maior gravidade, a caça encontra-se também em declínio, havendo muitas espécies à beira da extinção.

Por outro lado, a agricultura é o sector da economia que mais consome água, devendo assim ser tomada em especial consideração. Por duas razões:

- Porque nela se devem investir esforços para utilizar o recurso de um modo mais eficiente;
- Mas também porque, e apesar do objectivo deste trabalho se centrar na busca de uma solução sustentável, baseada nas técnicas tradicionais, para o abastecimento doméstico na Freguesia de São João do Monte, estão ligadas a esta actividade as técnicas mais primitivas de gestão de água.

2.4.1 A agricultura e o consumo de água

De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO), a área cultivada no mundo em 1996 chegava para alimentar toda a população mundial. No entanto, na prática, há regiões do globo muito afectadas pela falta de alimentos, nomeadamente o continente africano e algumas regiões sul-americanas e asiáticas. Estas anomalias na distribuição de

alimentos devem-se em grande parte a irregularidades nas produções agrícolas, guerras, pragas, intempéries, discordâncias políticas.

Esta situação vai agravar-se com o passar dos anos. É necessário aumentar as produções agrícolas mundiais, havendo para tal duas soluções: a horizontal, ou seja, aumentando as áreas cultivadas no mundo; e a vertical, aumentando a produtividade dos campos agrícolas que já existem.

Em relação à primeira opção, a desertificação das terras está associada à tentativa de expandir as áreas agrícolas e à perturbação dos ecossistemas causada pela acção humana, através da desflorestação, sistemas de cultivo inapropriados, pastoreio excessivo, salinização, alcalinização e encharcamento dos solos, poluição das águas superficiais e subterrâneas, as grandes obras de engenharia, etc. O fenómeno da desertificação é irreversível, pelo que a tentativa de aumentar a área cultivável pode na realidade tornar-se numa diminuição da mesma, o que torna esta primeira opção pouco aconselhável.

Assim, a procura pela optimização da eficiência das áreas agrícolas actuais parece ser a solução para o aumento da capacidade de produção agrícola do planeta. Este aumento de produtividade é alcançado tirando o máximo partido dos seguintes factores: solos, preparação do terreno, sementes, plantas, rotações, fertilizações, fitossanidade, rega, colheita e armazenamento das produções. No entanto, esta solução não deve ser considerada válida caso haja uma grande necessidade de energia fóssil para desenvolver tecnologias agrícolas muito avançadas. Hoje em dia, defende-se a utilização de tecnologias pouco exigentes do ponto de vista energético, menos danosas para o ambiente. É neste contexto que as técnicas tradicionais de regadio se encaixam. Esta é um tipo de tecnologia que utiliza muito pouca energia fóssil, e que, se actualizada e optimizada, pode representar um importante contributo para o aumento de eficiência das áreas agrícolas.

Para a maioria dos especialistas, a resolução dos problemas da agricultura passa por preferir a agricultura de sequeiro em favor da rega, através da qual se obtêm produções médias 6 vezes maiores que no sequeiro. Assim, o aumento das áreas de regadio sustentável é o caminho a seguir, uma vez que em 1996, a área de regadio representava 18% da área cultivada total. O recurso a construções de infra-estruturas para armazenar água dos grandes rios tem sido muito recorrente, apesar de se levantarem vozes que contestam o impacto que essas obras incutem no meio ambiente. É fundamental melhorar a eficiência da maioria dos sistemas de rega existentes actualmente (é frequente registarem-

se perdas na ordem dos 70%), facto que possibilitaria aumentos de produção com a utilização da mesma quantidade de água (Raposo, 1996).

2.4.2 História da Agricultura

O nascimento da agricultura, por oposição à fase de caçador-colector, surgiu no final da última era glaciária, há cerca de 10000 anos atrás. A diminuição de produtos silvestres à disposição do Homem levou à procura de novas formas de conseguir alimento: a agricultura e a pastorícia. Surgiram em vários pontos do globo várias zonas nucleares agrícolas, entre 8000 e 4000 a.C., desde a China às Américas. As três mais importantes são: O Crescente Fértil, no Médio Oriente; O Vale do rio Amarelo, na China; O Vale de Tehuacan, no Planalto Mexicano.

A rega terá surgido praticamente em simultâneo com a agricultura. A água era derivado dos cursos de água para terras agrícolas contíguas a estes, como tentativa de substituir a água da chuva que não caía.

Existem provas concretas de que o Homem pratica rega desde, pelo menos, 5500 a.C.. Em vários locais do Crescente Fértil (Figura 4) , na região do Cusistão (actual Irão), podem ser encontradas muitas ruínas de antigas povoações de agricultores, ladeando cursos de água há muito secos, e onde, por se tratar de uma região extremamente árida, a agricultura só podia ser viável recorrendo à rega dos campos agrícolas.



Figura 4. Crescente Fértil

(Fonte: http://www.tiosam.com/enciclopedia/?q=Imagem:Fertile_Crescent_map.png)

O saber tradicional na gestão sustentável da água

As grandes civilizações da antiguidade surgiram em regiões mais ou menos áridas, fertilizadas por cheias de grandes rios, recorrendo a importantes empreendimentos hidroagrícolas: diques, reservatórios, canais, etc. Assim, estas eram as chamadas civilizações hidráulicas, onde o Homem tirava partido de três factores fundamentais: a terra, a água e o sol. As civilizações características desta fase da agricultura são: as civilizações Suméria, Babilónica e Assíria, na Mesopotâmia (rios Tigre e Eufrates); a civilização Egípcia (vale do Nilo); as civilizações Harappa e Mohenjo-Daro (bacia do Indo); a civilização Chinesa (vale do rio Amarelo).

No início destas civilizações, os agricultores limitavam-se a aproveitar as cheias naturais dos rios para fazer a sementeira. Com o passar do tempo, o Homem aprendeu a tirar partido das cheias e a controlar o caudal do rio, à custa de empreendimentos hidroagrícolas. O sucesso destas civilizações baseou-se numa organização administrativa, dominada por um forte poder central, frequentemente constituído por sacerdotes. Quando esta organização falhava ou enfraquecia, surgiam as guerras, lutas internas pelo poder ou invasões de outros povos, surgindo assim crises nas civilizações, podendo levar mesmo ao seu desaparecimento.

Foi a partir destas civilizações que a rega se difundiu para outras partes do globo, sendo que este processo se revelou demorado, em parte pela falta de necessidade do Homem recorrer a esta técnica de agricultura nas zonas húmidas, surgindo apenas há poucos séculos a chamada rega de complemento.

Desde muito cedo o Homem teve o engenho de estabelecer técnicas de regadio adaptadas à zona que habitava: os Nabateus optaram pela agricultura de escoamento (runnoff agriculture), os Persas optaram pela construção de *qanats*, os Cingaleses construíram tanques, e os Astecas *chinampas*. É curioso o facto de que muitos dos actuais sistemas de rega começaram a ser praticados há séculos: os Egípcios e Chineses já utilizavam canteiros; os Astecas e Birmaneses usavam técnicas de rega subterrânea; as regadeiras de nível eram utilizadas por Celtas e Lusitanos; e, possivelmente, até a rega por aspersão já era utilizada nos famosos Jardins Suspensos Babilónicos (Raposo, 1996).

2.4.3 Sistemas de rega tradicionais no mundo

2.4.3.1 Deserto do Negev

Desde a antiguidade que o homem desenvolve métodos de maximizar a capacidade de aproveitar a água, nomeadamente em locais em que a mesma é um recurso escasso. Um estudo de Poesen & Lavee (1997) revelou que no deserto Negev, em Israel, desde o século IV A.C. os agricultores utilizam técnicas de aproveitamento da água da chuva. Naquela zona do planeta, a precipitação média anual é de 100 mm, enquanto a evapotranspiração se fixa nos 1700 mm por ano, pelo que a preocupação dos agricultores em preservar o máximo de água possível se compreende.

Foram encontrados montes de rochas ao longo da paisagem daquela zona, mas também do Médio Oriente e do Norte de África, levando estudiosos a questionarem-se sobre a razão de tal disposição das rochas. Os campos agrícolas situavam-se em vales tendo uma área cerca de 20 vezes menor que as encostas que os rodeavam. Os agricultores descobriram que a remoção de rochas das encostas, que cercavam o campo agrícola, aumentava o caudal de água que escorria das colinas que o rodeavam.

Geralmente deixavam apenas as rochas que se encontravam enterradas no solo, construindo assim “canais” através dos quais a água alcançava os terrenos agrícolas. Os resultados deste estudo permite perceber melhor o funcionamento de sistemas de preservação de água na antiguidade e, simultaneamente, proporcionar “novos” métodos de gestão de água em países localizados em zonas áridas ou semi-áridas. O aumento da população nessas zonas, com consequente depleção dos recursos hídricos, a falta de recursos financeiros para importar tecnologia, torna esta solução de recurso a antigas técnicas de preservação de água muito atractiva.

2.4.3.2 Lothal - Índia

Há cerca de 4000 anos, a antiga cidade Lothal, importante porto comercial da civilização Harappan, possuía um interessante sistema de gestão integrada de terra e água. Este sistema era influenciado pelo ciclo da lua e pelo uso eficiente das cheias sazonais. O sistema compreendia uma interacção entre as infra-estruturas criadas na cidade com o ecossistema em que se encontrava. Foram criados canais de água na cidade nos quais as

peessoas circulavam com a ajuda de pequenas embarcações, noutros canais circulava água para rega, e existiam fontes de aquíferos que serviam a população para uso doméstico.

Os habitantes de Lothal desenvolveram ainda complexos sistemas de drenagem, limpeza e purificação de água, que incluem sistemas de arejamento e utilização de filtros de carvão e limo (Figura 5).



Figura 5. Sistema de drenagem e saneamento de águas ainda presentes nas ruínas da cidade. (Fonte: <http://www.harappa.com/lothal/9.html>)

A cidade hoje não existe, tendo sido engolida pelas águas. Historiadores e arqueólogos pensam que o aumento da população e o consequente alargamento físico da cidade, causaram danos irreparáveis no sistema simbiótico entre o ecossistema e a cidade.

As consequências revelaram-se fatais para a cidade. Actualmente a região onde estava situada Lothal é frequentemente assolada por períodos de cheias e secas e o solo é muito seco, sintomas físicos de abusos ambientais e ecológicos recorrentes. A lição que se retira de Lothal é intemporal. A tecnologia mais sofisticada ou o conhecimento mais avançado não são suficientes para garantir o desenvolvimento de uma civilização. O respeito pelos espaços ecológicos e pelos limites ambientais dos mesmos são a chave para um desenvolvimento sustentável (Wikimedia Foundation, Inc, 2007).

2.4.3.3 Síria

Um estudo de Wessels & Hoogeveen (2003) relata a limpeza e recuperação de um *qanat* numa aldeia da Síria, Shallalah Saghirah. Este *qanat* foi classificado como sendo da

época Bizantina, devido à descoberta de um candeeiro a óleo encontrado nas escavações. O projecto foi levado a cabo por uma equipa multidisciplinar, tendo como principal premissa as necessidades e o conhecimento local da comunidade. Foram encetadas investigações e estudos sobre a organização social da população, a história da aldeia, o sistema de direitos sobre a água dos *qanats*. Paralelamente tentaram identificar qual o uso da água, os registos hidrológicos da região, a precipitação verificada, e outros parâmetros importantes para avaliar a situação hidrológica da região.



Figura 6. Interior de um qanat em reconstrução na China (Fonte: <http://es.wikipedia.org/wiki/Qanat>)

Os autores encontraram 91 *qanats* na Síria, sendo que apenas 30 deles estavam ainda operacionais. A idade destes *qanats* não é fácil de identificar, mas provas circunstanciais provam que já estariam em funcionamento durante o período romano.

Segundo Lightfoot (1996), *qanats* são “aquedutos subterrâneos construídos para recolher água subterrânea e conduzi-la, através de condutas ligeiramente inclinadas, para canais superficiais, fornecendo deste modo água aos campos agrícolas” (Figura 6 e Figura 7).

Este tipo de estruturas é comum na região do Médio-Oriente. Na Síria, muitas destas estruturas estão abandonadas, resultado da crescente utilização das bombas eléctricas e a diesel. Actualmente, estes sistemas tradicionais não fornecem água suficiente para as populações e para a agricultura de larga-escala, pelo que têm perdido importância. Com o abandono destes sistemas, perde-se o conhecimento local e a cooperação da comunidade que possibilitavam o funcionamento dos *qanats*. Os *qanats* representam não

só uma relíquia de um passado próspero, mas também os sistemas de extracção de água sustentáveis e amigos do ambiente.

O sistema é constituído pelo *qanat* (canal subterrâneo), sendo em seguida a água conduzida para o *saqeh* (superficial) e por fim depositada no *birkeh* (reservatório). A água do *birkeh* é utilizada para a rega do jardim comunitário (*bustan*), onde são plantados vegetais e árvores de fruto para abastecimento da aldeia. A pastorícia representa uma importante actividade na aldeia, pelo que parte da água é também utilizada para fornecer pastagens aos rebanhos de ovelhas. Para além do *bustan*, a água do *qanat* serve também para irrigar pequenas culturas privadas dos habitantes da aldeia. O direito á água e ao terreno do *bustan* está relacionado com regras da comunidade e baseia-se num sistema de herança sobre os direitos da água e da terra.

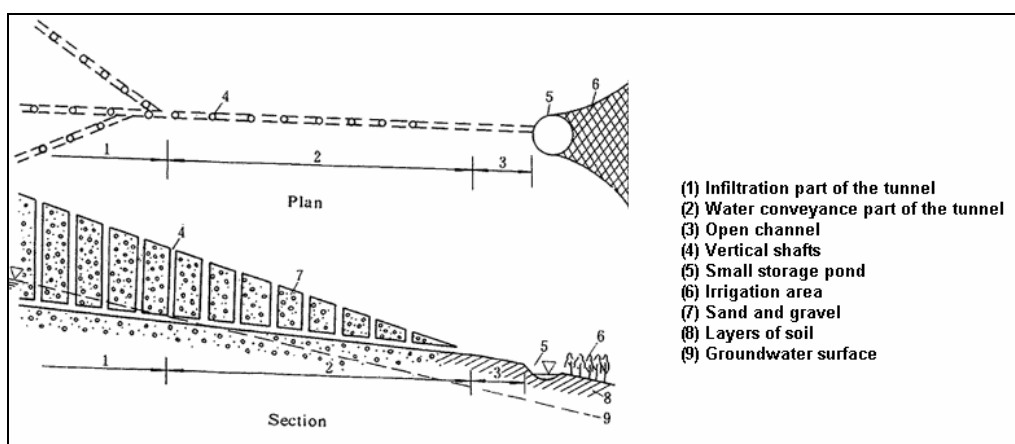


Figura 7. Esquema geral de um qanat (Fonte: <http://www.science-frontiers.com/sf129/sf129p01.htm>)

A limpeza e recuperação do *qanat* são encaradas pela população, de uma maneira geral, de modo encorajador, mas a falta de meios financeiros para proceder com as tarefas necessárias para recuperar os *qanats* é, muitas vezes, um obstáculo impossível de ultrapassar. Neste caso o apoio financeiro foi garantido pelas Embaixadas Alemã e Holandesa de Damasco.

O impacto das actividades de recuperação do *qanat* foi medido através da aferição dos caudais de água. Registou-se um aumento de caudal durante o Inverno, o que demonstra uma captação directa das águas das chuvas. Foi também criado um grupo de 16 jovens treinados e formados para limpar e gerir o sistema no futuro. Os autores do artigo voltaram à aldeia um ano depois e o *qanat* fornecia mais água do que em anos anteriores.

As actividades de limpeza e recuperação do qanat suscitaram grande interesse e curiosidade por parte das instituições Sírias e internacionais, favorecendo assim a promoção deste tipo de sistemas tradicionais de gestão da água.

2.5 Os sistemas tradicionais de gestão de água em Portugal

2.5.1 Regadio na Península Ibérica

A verdadeira importância que a água desempenha na sustentabilidade do Homem, só a compreende quem lhe sente a falta. Os habitantes das regiões onde a água abunda, onde ocorrem chuvas frequentes que mantêm a terra irrigada (Europa Média e Setentrional), não conhecem a luta, muitas vezes trágica, por esse recurso, nas zonas áridas e secas do planeta. A zona centro e sul da Península Ibérica está composta por regiões secas, caracterizadas pela aridez e pela baixa precipitação média anual. Assim, pode-se afirmar que existem duas partes distintas na Península: a zona dominada pelas correntes atmosféricas do Atlântico (Ibéria Húmida), e outra sob a influência do mar Mediterrâneo (Ibéria Seca) (Dias & Galhano, 1986).

Segundo esta divisão, Portugal estaria na parte húmida da Península, mas na realidade é notória a influência do clima mediterrâneo durante os meses do Verão, nos quais as chuvas são praticamente inexistentes. Nesta altura do ano, as altas temperaturas fazem-se sentir, tendo que se recorrer ao regadio para colmatar a falta de água nas culturas. Apesar da existência de apenas um grande empreendimento governamental de irrigação (Alqueva), de conclusão muito recente, a área irrigada em Portugal é bastante elevada. A maior parte dos terrenos irrigados pertencem a pequenos proprietários, partindo da sua iniciativa a rega dos mesmos, aproveitando pequenas fontes ou nascentes. Existem nalgumas localidades curiosos sistemas de distribuição de rega comunitários, obedecendo a regras impostas pelos utentes. A maior parte das terras irrigadas situam-se a norte do território, onde as condições meteorológicas e de relevo possibilitam um aproveitamento da água pouco dispendioso) (Dias & Galhano, 1986).

Os regimes de utilização de águas nalgumas hortas mediterrânicas eram interessantes: existiam hortas onde a água estava ligada à posse ou exploração da terra, outras onde se adjudicava ou leiloava pela maior oferta. A água tinha uma cotação, tal como qualquer outro bem, sendo mais valiosa nos anos mais secos. O regadio era uma

actividade que obedecia a certas regras de utilização da água. Ao longo das terras cultivadas corria uma *acéquia* ou canal de rega principal que fornecia água a essas hortas, normalmente proveniente de um sangradouro de um rio. A administração da acéquia, os seus zeladores e juizes, eram responsáveis pelo cumprimento das normas de distribuição da água, pela aplicação de penas aos transgressores (normalmente multas ou privação de água durante um certo tempo), pela manutenção e conservação da acéquia, e, em anos secos, privavam certas culturas em detrimento de outras que correriam o risco de perder-se. A jurisdição deste tribunal era voluntária, mas raramente um regante preferia resolver questões pela via judicial oficial.

Em certos lugares, a água a que cada propriedade tem direito podia ser colocada em reservatórios, utilizando-a depois o proprietário como quisesse. Noutros sítios, caso o beneficiário de certa parcela de água não a utilizasse, ela revertia para a restante comunidade de regantes. Nalguns casos a água era distribuída tendo em conta a área da terra, noutros consoante as juntas com que cada um pode lavrar. Este modo de gerir a água ainda hoje se pratica nalgumas zonas interiores de Portugal e Espanha. (Ribeiro, 1987)

2.5.2 Sistemas tradicionais de rega em Portugal

Existem no nosso país, sobretudo no Norte e Centro do território os chamados regadios tradicionais, constituídos por engenhosos sistemas de rega, alguns com origem nos tempos pré-romanos. Estes regadios são praticados por pequenos agricultores, que utilizam este sistema nos seus regadios particulares, e a sua conservação e o seu melhoramento têm sido efectuados pela própria população ao longo de sucessivas gerações. Normalmente a água é obtida, directa ou indirectamente, do curso de rios ou ribeiras, mas existem também regadios em que a água é retirada das nascentes (fontes ou minas) com caudal suficiente para o efeito. Geralmente a água é conduzida para *poças* ou *charcas*, depósitos mais ou menos rudimentares, de onde a água é depois conduzida por *levadas* até aos campos a regar. Essas levadas são geralmente constituídas por valas geralmente de terra, com troços em rocha.

O abastecimento de águas aos utentes dos regadios tradicionais é, regra geral, feito por turnos. No Minho emprega-se o sistema *torna-e-torna* (ou *torna-torna*). Nesta modalidade a água não é repartida e cada regante tem direito a ela sempre que a desvie, ou *torne*, para a sua horta; quem for mais activo e zeloso pela sua sementeira será o mais

beneficiado. É tradição não tornar a água na presença de outro agricultor, caso contrário é considerada uma grave ofensa. Em épocas de seca são normais e recorrentes as lutas e discussões em torno da água, havendo mesmo quem recorra à violência para controlar o recurso. Existem, no entanto, outras técnicas de regadio tradicionais noutras zonas do país. Na zona centro pode encontrar-se um método antigo baseado na hora solar. De acordo com a sombra patente num rochedo de reentrâncias, assim a água se deslocará para cada uma das parcelas.

A norte são muito usadas as *águas de lima*, essencialmente utilizadas nos lameiros, com o propósito de irrigar os terrenos mas também de impedir a geada de queimar a erva. Este sistema requer uma grande quantidade de água, uma vez que implica um caudal de água contínuo a entrar no lameiro, sendo por isso utilizado no Inverno, quando a água abunda. Na estação estival a técnica mais utilizada é a *rega pelo pé*, aproveitando a água dos cursos de água, ou armazenada em reservatórios. A água é conduzida pelo terreno pelo agricultor, abrindo e fechando regos que conduzem a água às culturas. Quando não se pode utilizar a acção da gravidade, existe uma série de aparelhos para elevar a água, uns mais primitivos que outros.

A rega costuma dividir-se em dois tipos: rega de abundância e rega de carência. A primeira limita-se ao aproveitamento dos fenómenos de precipitação. A segunda é utilizada para regar hortas, pomares e outros terrenos durante o verão, representando uma vitória sobre a natureza (Raposo, 1996) e (Coelho, et al., 2002).

2.5.2.1 Regadio sem aparelhos

É lógico que as primeiras formas de regadio não utilizassem qualquer aparelho. Usando a força gravítica, a técnica mais simples consiste em aproveitar as nascentes naturais para regar campos situados abaixo destas. Quando a água não abunda, constroem-se presas ou poças, com o objectivo de acumular água. A água é conduzida através de terrenos por intermédio de regos. Este sistema revela alguma eficiência, uma vez que a construção de regos de terra promove a perda de água, quer por fendas quer por obstrução dos regos. Estas técnicas ainda são muito utilizadas no norte do país, principalmente nas regiões cuja topografia é favorável a esta prática, e onde a água é um bem abundante. Nalguns casos, as presas ou reservatórios de água têm um sistema automático de

O saber tradicional na gestão sustentável da água

descarregar água (princípio do sifão), evitando que a água transborde e danifique as presas ou as culturas.

Existem outros processos de conduzir a água das presas até às culturas a regar. Em Bragança denomina-se *regar à manta* a técnica que consiste em deixar fluir livremente a água pelo terreno sem a abertura de regos. Outra técnica mais vulgar consiste em valas ou regos equidistantes, que cortam todo o terreno longitudinalmente, possibilitando que a água regue o pé das plantas. Chama-se a esta técnica *regadio de rego*. Nas regiões com terrenos inclinados, é costume cobri-los com palha trilhada, de modo a evitar que a água arraste a terra dos campos (Serra da Lousã, Serra de Montemuro, Santa Leocádia).

Quando a água é propriedade de várias pessoas, existem regras que ditam a sua utilização entre todos. Essas regras variam de região para região. Existem casos em que a água tem proprietários diferentes em diferentes alturas do ano. Em Sernancelhe a água só pode servir de *águas de lima* entre 16 de Setembro (S^{ra} dos Remédios, Lamego) e 24 de Junho (S. João). A água utilizada para a moagem ou agricultura, depois do S. João é utilizada pela lavoura. No primeiro domingo de Junho, todos os interessados em determinada água reúnem-se com o objectivo de procederem à reparação das presas e regos. Este costume de reparar as presas e regos está presente em vários lugares. Em Forjães, Esposende, chama-se *fazer as poças*, e ocorre no dia 13 de Junho (S. António) ou no dia 24 de Junho (S. João), conforme nesse ano se cultivassem milho do tarde ou do cedo. Um dos problemas da repartição das águas consiste na quantidade de água a que cada um tem direito. Nalguns sítios, chama-se *giro* o segmento de tempo em que cada consorte tem direito a regar. Em Esposende o *giro* que cada indivíduo dispõe para regar obedece a direitos tradicionais de alguns, ou à área de terreno. De um modo geral, os giros começam no dia 24 de Junho e terminam no dia 8 de Setembro. Em Oliveira de Azeméis (Maceira de Sarnes), a irrigação das terras obedece a regras instituídas há muitos anos. Existe uma *levada* que conduz a água, desviada de um ribeiro, desde uma ponta da aldeia até ao extremo oposto da mesma. Cada giro dura 9 dias, e cada proprietário tem direito a um certo nº de horas de rega durante o dia. Esta divisão está feita de tal modo que cada terreno recebe água de 9 em 9 dias. Estas regras só são respeitadas entre o nascer e o pôr-do-sol, pelo que durante a noite toda a gente pode girar a água para o seu terreno. Neste caso, os terrenos mais próximos do ribeiro saem beneficiados (Raposo, 1996).

2.5.2.2 Regadios com aparelhos

Ao longo do tempo surgiram novas formas de obter água, utilizando engenhos mais ou menos complexos. Alguns desses aparelhos eram movidos por agentes naturais, como a água e o vento.

Os *moinhos de água* podem encontrar-se com maior concentração na zona de Alzejur e no norte no distrito de Aveiro (Estarreja e Salreu). Estes sistemas assemelham-se aos “engenhos de vento americanos”, e a sua constituição não é muito complexa: assemelha-se a um moinho de vento com o objectivo de bombear água de um poço. Associados aos *moinhos de água* encontram-se muitas vezes pequenos reservatórios junto aos poços para armazenar a água extraída do poço, dependendo da força do vento



Figura 8. Azenha do Vimieiro – S. Pedro de Alva, Concelho de Penacova (Fonte: <http://www.cm-penacova.pt/moinhos/azinha.gif>)

As *rodas hidráulicas* ou *azenhas* (Figura 8) utilizam a água como força motriz do sistema, isto é, o objectivo é retirar água do rio mas é essa mesma água a responsável pelo funcionamento do mecanismo. Estes sistemas encontram-se no norte e centro do país, com maior incidência nas Beiras. Como é fácil perceber, as *azenhas* não podem ser colocadas em qualquer fonte de água. É necessária a existência de um curso de água com caudal suficiente para mover a roda e elevar a água. É conveniente, assim, utilizar a roda em rios com caudal no verão. Nalguns locais constrói-se um canal que vai estreitando, guiando a água do rio até à roda, proporcionando artificialmente o caudal que o rio não possui naturalmente. Existem quatro tipos de *rodas hidráulicas*: com os alcatruzes presos ao aro de madeira, às penas, aos arcos, e rodas que são formadas por dois aros iguais.

Outros sistemas de obtenção de água de poços centraram-se na utilização de animais (bois, burros, mulas). Chamam-se a estes sistemas *noras*, podendo encontrar-se por todo o território nacional, de Trás-os-Montes ao Algarve (Figura 9). Alguns autores optam por dividir as noras em quatro tipos: *noras de alcatruzes*, *noras de sarilho*, *rodas de alcatruzes*, *noras de buchas*. As diferenças entre os tipos de noras dizem respeito ao mecanismo de transmissão de movimento da nora, ou ao modo de retirar água dos poços. Dentro de cada um destes tipos, podem ainda encontrar-se vários subtipos e adaptações várias dependendo da região em que se encontram.



Figura 9. Nora abandonada no concelho de Pombal (Fonte: http://reguengo.hautetfort.com/images/medium_dscn1090.jpg)

A necessidade premente de obter água, levou o Homem a construir engenhos movidos pela força humana. O ser humano tem vindo a almejar técnicas que diminuam o seu esforço físico, mas, em circunstâncias em que isso não é possível, face à escassez de água o Homem não recua e utiliza a sua própria força.

No nosso país estes tipos de engenhos são muito frequentes e de construção muito variável. Para além das variantes dos sistemas utilizados pelos animais, existem ainda: a *roldana*, o *sarilho*, a *picota* (Figura 10), a *bomba de rabicho*, a *bomba de tear*, o *cabaço*, a *roda de tirar água*, *pontarias de pé*, o *cegonho*, o *gabarato* e o *cesto de vime*.



Figura 10. Picota no Concelho de Figueira de Castelo Rodrigo (Fonte: http://www.cm-fcr.pt/economia/images/cmfcf_foto_301_ag.jpg)

Resumindo, existem ou existiram no território nacional uma quantidade e variedade de aparelhos de elevação de água absolutamente impressionante. Com uma área tão pequena, Portugal apresenta uma grande riqueza ao nível deste tipo de aparelhos, explicada pela contribuição dos povos que foram passando pelo nosso território. A posição geográfica de Portugal permitiu que ao longo dos séculos vários povos e culturas tenham permanecido e deixado marcas muito particulares no território. Encontramos em Portugal aparelhos de origem mediterrânica, outros que só existem no Extremo-Oriente e outros que parecem ignorados pela literatura da especialidade.

Seria importante e fundamental preservar pelo menos um exemplar dos aparelhos que ainda restam, ainda que não sejam utilizados, uma vez que os aparelhos da idade pré-industrial estão a desaparecer vertiginosamente. Deixar escapar este legado é ignorar relíquias históricas e culturais do nosso país (Raposo, 1996).

2.6 Aproveitamento das águas pluviais

Como consequência da acção de fenómenos meteorológicos extremos, as populações tendem a responder de diferentes formas, adaptando-se ou minimizando os impactos desses fenómenos. No início da humanidade, durante períodos de grandes secas, as populações não tinham outra solução que não migrar para outras zonas mais produtivas. O efeito da seca conduziu mesmo algumas sociedades ao seu colapso (Pandey et al., 2003).

Com o avanço da tecnologia disponível, o Homem começou a desenvolver técnicas para contrariar a força da natureza, nomeadamente em zonas áridas e sub-húmidas secas. O armazenamento directo da água das chuvas representa um dos principais sistemas tradicionais de gestão de água. Esta técnica foi utilizada no passado com o objectivo de proporcionar água para a agricultura, e desse modo garantir a subsistência das populações, mas também para fins domésticos. Hoje em dia, a recolha das águas das chuvas desempenha um papel relevante nos novos métodos de abastecimento de água das populações mundiais.

2.6.1 Importância actual do armazenamento de água das chuvas

Existem várias razões para que a recolha de água das chuvas seja muito importante hoje em dia: cerca de metade dos recursos de água superficial estão a ser utilizados pelo homem; mais de um bilião de pessoas tem dificuldade em aceder a água potável e quase três biliões não dispõem de condições de saneamento básico; o aumento da população mundial vai diminuir o acesso a água potável per capita; as mudanças climáticas vão alterar o ciclo hidrológico, intensificando-o nos próximos 100 anos, e provocando alterações na qualidade da água disponível (Jackson & al., 2001). Nestas circunstâncias, armazenar água da chuva pode desempenhar um papel fundamental no acesso à água.

As alterações climáticas que estamos a presenciar não são necessária e exclusivamente de origem antropogénica, mas o contributo da acção humana tem aumentado ao longo dos anos. A queima de combustíveis fósseis e a desflorestação contribuíram para o aumento de gases de estufa na atmosfera e consequente aumento da temperatura. Hoje pode afirmar-se, com 99,9% de nível de confiança, que a temperatura à superfície da Terra aumentou 0,07°C por década entre 1901-2000 (Jones & Moberg, 2003). Com os Verões cada vez mais quentes, e as alterações climáticas a pressionarem os sistemas económicos, sociais e naturais, a escassez de água vai fazer-se notar cada vez mais.

Sob esta conjunção de factores que vão afectar o acesso à água por parte do homem, este deve recorrer a diferentes métodos para se adaptar aos novos desafios. Como alternativa aos grandes projectos de gestão dos recursos hídricos, normalmente pouco ecológicos, dispendiosos e sem resultados práticos, seria interessante investir em pequenos empreendimentos, tecnologias, políticas eficientes e recursos humanos mais eficientes,

aumentando a produtividade em detrimento da procura desenfreada de novas fontes de água (Pandey et al., 2003).

Por exemplo, um incentivo sistemático à implementação e inovação de sistemas de recolha de água das chuvas pode fornecer quantidades consideráveis de água a regiões necessitadas. Descentralizar os esforços de captação de água das chuvas pode ser proveitoso. Por exemplo, no deserto Negev, pequenos colectores conseguem armazenar cerca de 90000 litros de água por ha por ano, enquanto uma única unidade de 345 ha recolhia 25000 litros de água por ha por ano (Evenari et al., 1982). Os sistemas tradicionais tornar-se-ão mais eficientes quando os esforço científico se combinar com o saber local.

2.6.2 Flutuações climáticas e armazenamento de água das chuvas

Segundo Pandey et al. (2003), o armazenamento directo da água da chuva uma ferramenta importantíssima para mitigar os efeitos das secas. Desenvolveram assim uma teoria que correlaciona, ao longo da História, os períodos de seca com a construção de estruturas de armazenamento da água das chuvas (Figura 11).

A história diz-nos que o homem não desiste até que tenha esgotado todas as hipóteses para sobreviver na área que ocupa por algum tempo. A hipótese que o estudo de Pandey et al. (2003) levanta, consiste no armazenamento de água da chuva como estratégia para mitigar o efeito da seca e evitar a migração dos povos. O estudo incidiu sobre a Índia, mas apresentaram também uma breve resenha histórica da possível correlação entre a construção de estruturas para recolha e armazenamento de água das chuvas e os períodos de seca e aridez, no resto do planeta.

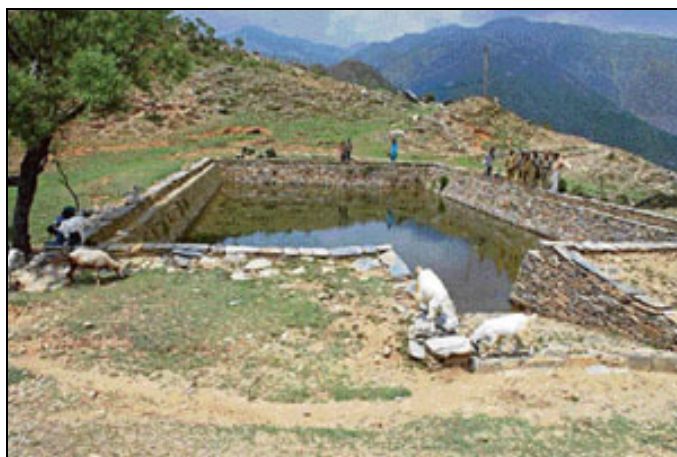


Figura 11. Um reservatório de água das chuvas no distrito de Chamba, Índia (Fonte: <http://www.tribuneindia.com/2007/20070702/him2.jpg>)

As flutuações climáticas registadas no Holoceno alteraram a época de monções e as temperaturas registadas na Índia. O ditado “capture rain where it rains” pode ter origem no aumento de aridez no território indiano nos últimos milénios. Estas flutuações de clima originaram a construção de mais de 1,5 milhões de estruturas de recolha e armazenamento de água por toda a Índia, incluindo tanques, charcos, pequenas represas, que armazenam água das chuvas e que proporcionam também o crescimento de vegetação e agricultura (Pandey, 2001)

Foi verificada e correlacionada, pelos autores deste estudo, a intensificação de implementação de instrumentos de recolha de água das chuvas com o aumento de aridez na região, fenómeno evidente nos estudos paleoclimáticos (Ramesh, 2001). Esta correlação foi relativamente simples de fazer, uma vez que existem documentos antigos muito detalhados sobre as técnicas e instrumentos de gestão de água utilizados ao longo do tempo – *Rigveda* (1500 AC), *Atharva Veda* (800 AC), *Kautilya's Arthashastra* (300 AC), *Varahamihira's Brihatsamhita* (DC 550), e *Kalhana's Rajatarangini* (DC 1148–1150).

O Oeste da Índia foi estudado com mais detalhe do que qualquer outra região. O deserto de Thar tem permanecido como deserto há pelo menos 5000 anos, como comprovam os depósitos encontrados (Enzel et al., 1999). No entanto, existem vestígios de permanência humana no local desde há 4100 anos, ainda antes da criação da civilização do vale hindu. Mesmo depois do desaparecimento do rio Saraswati, a população continuou a ocupar as terras do deserto, adaptando-se através da recolha da água da chuva na época das monções, construindo charcos, tanques, etc.

Existe outra evidência que suporta a correlação dos autores. De acordo com os dados retirados do gelo dos Himalaias, surgiram diversos períodos de menor actividade das monções na região sul da Ásia, e dois deles foram os mais secos dos últimos 1500 anos (Sant & Rangarajan, 2002). A resposta das populações a estes acontecimentos foi o aumento da terraplanagem e construção de reservatórios para água das chuvas. A maioria dos palácios e castelos construídos entre os séculos XIII e XVIII dispunham de elaborados sistemas de reserva de água. Durante o período Neolítico (5000-3000 A.C.) os povos que habitavam a Península Decão começaram a praticar a pastorícia e agricultura. Foi também nesta altura que o aumento de aridez no local se intensificou. Sobreviveram graças à construção dos maiores e mais complexos sistemas de recolha de água das chuvas que o homem conheceu (Rajagopalan et al., 1997).

Actualmente, as populações que se abastecem dos aquíferos aluviais do rio Ganges no Bangladesh, enfrentam um grave problema com a contaminação desses aquíferos por arsénio, pondo em risco a saúde pública de milhões de pessoas. A solução pode passar pela adopção de sistemas de recolha de água das chuvas, conseguindo assim água livre de arsénio, barata, e sem grandes custos de manutenção do sistema., especialmente para uso na cozinha e para beber (Pandey et al., 1999).

2.6.3 Exemplos de armazenamento de água das chuvas

Desde há algumas décadas a esta parte, cabe ao governo de cada Estado garantir o fornecimento de água à população, mas nem sempre foi assim. Ainda no século XIX as pessoas eram responsáveis pelo seu abastecimento de água. Actualmente discute-se o papel dos estados como fornecedores de água. Levantam-se vozes que questionam o sistema instalado, alegando que esta forma de vida conduziu a uma depleção brutal das reservas de água subterrâneas e dos rios.

Existem defensores da ideia de que cada um devia ser responsável pelo seu abastecimento de água. Este sistema, segundo os seus defensores, resultaria numa melhor gestão dos recursos aquáticos. A água deixaria de ser considerada como um bem infinito e de fácil aquisição, pelo que a sua utilização seria mais eficiente; os problemas de poluição passariam a ser encarados de outra forma, uma vez que atingiria directamente as pessoas.

Tudo isto parece de difícil concretização. A ideia de deixar de ter água nas torneiras, sempre que nos convém e sem termos que nos preocupar com o seu

abastecimento, parece assustadora. A realidade é que a ideia de responsabilizar as pessoas pelo seu abastecimento de água tornaria o sistema, sem dúvida, mais eficiente. Algumas medidas para tentar minimizar a responsabilidade do Estado no abastecimento de água das barragens e aquíferos subterrâneos estão a ser testados em várias partes do mundo, nomeadamente através do melhor aproveitamento das águas da chuva.

2.6.3.1 Japão

A cidade de Tóquio tem sido afectada por problemas de abastecimento de água. Até há uns anos, era frequente a cidade registar falta de água (o abastecimento de água da cidade provém de enormes barragens situadas muitos quilómetros a montante de Tóquio, pelo que em anos secos ocorriam conflitos com outras comunidades situadas a montante da cidade) ou sofrer inundações devido às chuvas intensas. Queda de água mais forte conduzia ao sobrecarregamento dos esgotos, (60% da cidade de Tóquio está coberta de betão e asfalto) e consequente alagamento da cidade.

De maneira a prevenir simultaneamente as inundações e a falta de água, a cidade avançou para a construção de vários reservatórios por toda a cidade de forma a reter a água das chuvas (Figura 12). Edifícios públicos aderiram a esta medida, poupando dinheiro e água subterrânea. O aproveitamento de água da chuva está também a ser utilizado nas habitações domésticas, cujos proprietários recebem incentivos por cada litro de água das chuvas recolhido. (UNEP, 2005)

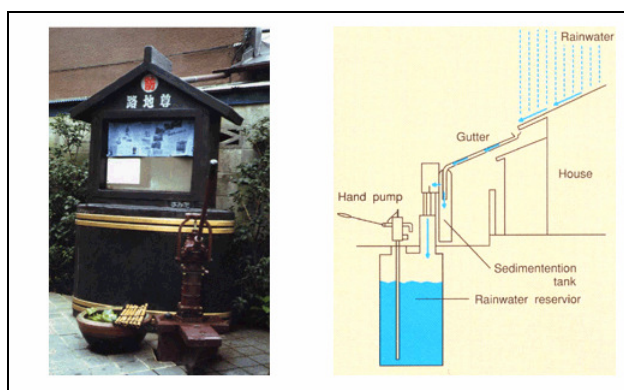


Figura 12. Sistema de recolha e abastecimento de uma casa residencial japonesa, na cidade de Tóquio

(Fonte: <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/9.asp>)

2.6.3.2 Alemanha

A Alemanha não é um país conotado com a falta de água, o seu território está coberto de rios, lagos, e aquíferos subterrâneos. No entanto, e em parte como consequência da industrialização do país, a maioria dos rios ficaram poluídos. Cerca de 72% da água abastecida à população germânica provém de aquíferos subterrâneos. Em 1992 e 1993 instalou-se uma crise de água no país. Os níveis dos aquíferos baixaram de tal modo que as plantas começaram a morrer. A água de boa qualidade é cada vez mais difícil de obter, e os custos do tratamento da água são cada vez maiores. Deste modo, o aproveitamento das águas das chuvas na Alemanha tornou-se popular.

Actualmente a Alemanha é o país europeu líder na promoção dos sistemas de recolha de águas das chuvas, tanto para fins domésticos como comerciais. Anualmente são instalados 50000 novos sistemas, em adição aos mais de 500000 já existentes (FAKT, 2005).

A recolha de águas da chuva através de sistemas de aproveitamento instalados nas cidades resolve uma série de problemas de sobrecarga de esgotos. Resolve a questão do aumento de custos de tratamento causados pelo maior caudal de água nos esgotos, minimiza o descarregamento dos esgotos não tratados provocados pelo excesso de água face à capacidade de tratamento das estações, e diminui a sobrecarga dos esgotos que pode causar inundações nas cidades.

Os municípios de algumas localidades alemãs decidiram encorajar a instalação de sistemas de recolha de água das chuvas. Quem não possui este sistema paga uma taxa por cada metro cúbico de água que corre para o esgoto. O cálculo da água despejada no esgoto por cada casa é feito com base na área de telhado e de pavimento da casa.

O aeroporto de Frankfurt é o maior da Europa. Em 1993 foi construído um novo terminal, no qual foi instalado um sistema de captação de águas da chuva. Este sistema capta 16000 m³ de água por ano que é utilizada para lavagens, rega de jardins e para descarga de sanitas. (Society for environmental communications, 2007)

Outro exemplo da utilização da água da chuva em edifícios modernos é o complexo da Daimler-Chrysler Complex em Berlim (Figura 13). É um complexo de 19 edifícios, com uma área de telhado de 48000 m² capaz de recolher cerca de 23000 m³. Estudos revelaram que na zona onde o complexo estava instalado, e porque a capacidade de infiltração do solo na área era muito baixa, a solução mais ecológica e eficiente passaria

pelo uso da água da chuva no próprio edifício. (<http://rainwater-toolkit.net/index.php?id=21#>)

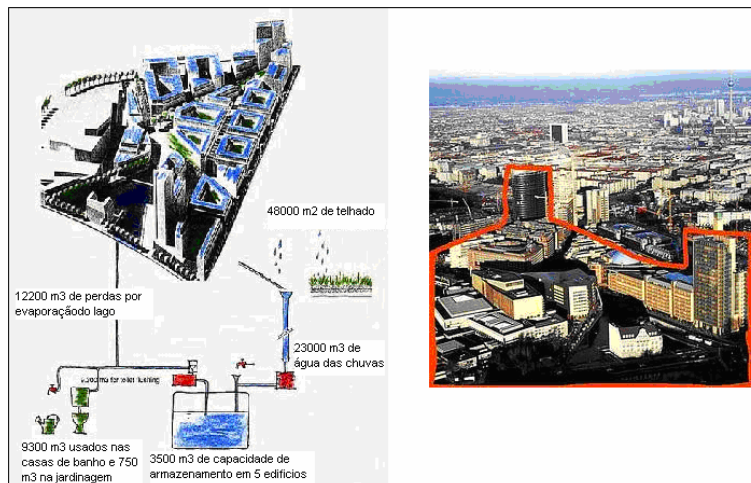


Figura 13. Complexo Daimler-Crysler, Berlim, Alemanha. Consumos de água anuais. (Adaptado de: <http://rainwater-toolkit.net/index.php?id=21#>)

2.6.3.3 Índia

A região de Mizoram, situada no nordeste da Índia, recebe uma quantidade apreciável de água por ano (2500 mm). No entanto, a falta de água nesta zona faz-se sentir na altura mais quente do ano. A região, caracterizada pelas suas encostas rochosas íngremes, tem as localidades localizadas no cume dessas encostas, o que dificulta a retenção das águas das chuvas (Figura 14). A capital da região, Aizwal, tem um sistema de abastecimento de água, captada num rio, projectado para 80000 pessoas, mas actualmente habitam na cidade 300000 habitantes.



Figura 14. Vista da cidade de Aizwal e um reservatório de armazenamento de águas das chuvas instalado na cidade – (Adaptado de <http://www.rainwaterharvesting.org/Urban/Practices-and-practitioners.htm#aiza>)

Desde muito cedo os habitantes desta região habituaram-se a recolher a água das chuvas, que era armazenada em pequenos reservatórios durante a época chuvosa. Com o aumento da população, estas reservas revelaram-se insuficientes. Eis que então, em 1894, os ingleses instalam uma unidade administrativa na cidade. O estabelecimento era abastecido de água por um reservatório alimentado pela água das chuvas que escorriam do telhado. A ideia consolidou-se, e os habitantes da cidade passaram a utilizar esta técnica de recolha de água da chuva sem qualquer ajuda do governo (Society for environmental communications, 2007).

2.6.3.4 Portugal

O Projecto-Piloto “Sustainable Housing in Europe”, apoiado pela União Europeia, incentiva, entre outras medidas para a promoção da sustentabilidade, o recurso a origens de água alternativas para usos menos exigentes em termos de qualidade (SHE, 2003).

Aderindo a esse programa a União Norbiceta, que congrega as Cooperativas de Habitação “As Sete Bicas”, “NorteCoope” e “Ceta”, inaugurou no final de 2006 o primeiro empreendimento nacional do género, constituído por 101 habitações distribuídas por dois edifícios, em Leça do Balio. Este projecto prevê o aproveitamento das águas pluviais para rega de jardins e limpeza de sanitas. A água é captada na cobertura dos edifícios e conduzida até um reservatório enterrado, de betão armado, o qual recolhe ainda águas freáticas, permitindo-lhe dispor de água mesmo em períodos de pouca chuva. Essa água é depois bombada para o sótão dos edifícios, onde se localizam vários reservatórios de plástico, um por caixa de escadas, que a armazenam para distribuição gravítica pelos sanitários (Neves, Bertolo, & Rossa, 2006).

Entretanto, multiplicam-se os projectos para utilização deste tipo de sistemas ao nível da habitação familiar e colectiva, e mesmo noutro tipo de edifícios. Grandes superfícies comerciais e industriais, hotéis e complexos desportivos, estão também a recorrer cada vez mais a esta solução.

Capítulo 3

Caso de Estudo

3.1 Caracterização:

Apesar de vizinhas (Figura 15), as freguesias de São João do Monte e Castanheira do Vouga apresentam diferentes realidades no domínio dos recursos hídricos e da disponibilidade de água para abastecimento durante o ano, mas também a nível socioeconómico. É frequente, na freguesia da Castanheira do Vouga, a ocorrência de períodos de menor disponibilidade de água, fundamentalmente durante o período seco do ano. Em São João do Monte, a população raramente se lamenta pela falta de água, havendo mesmo muita abundância deste recurso durante os meses mais húmidos.

São João do Monte pertence ao concelho de Tondela e Castanheira do Vouga faz parte do concelho de Águeda. Ambas estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Vouga.

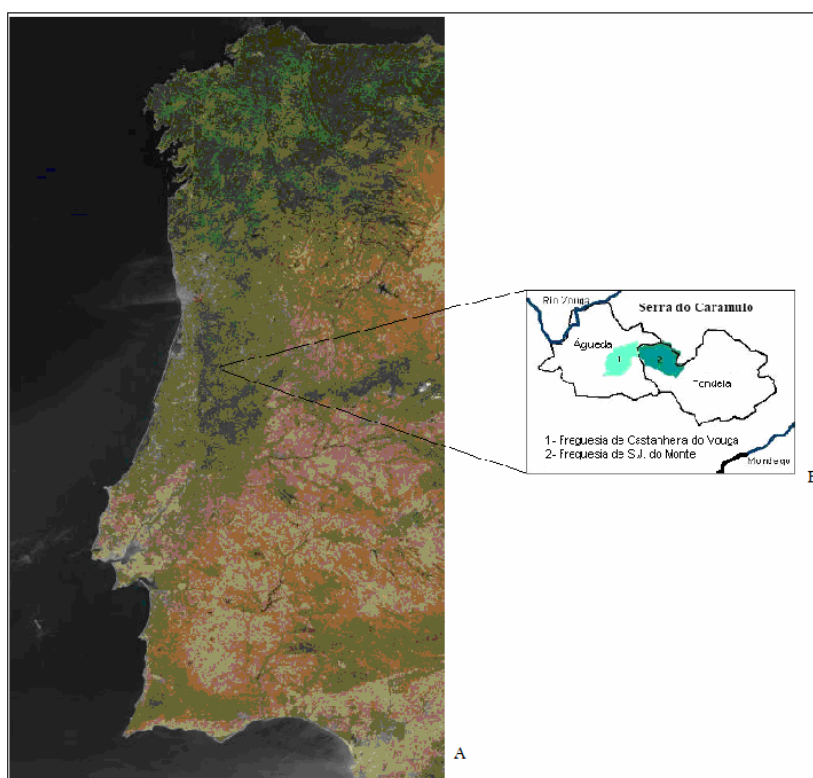


Figura 15. A- Imagem Satélite de Portugal; B- Concelhos de Adaptado de Águeda e Tondela, e Freguesias de Castanheira do Vouga e São João do Monte – (Adaptado de http://209.15.138.224portugal_mapsmapas.htm)

Na área de estudo é evidente a dependência económica e social da população face às actividades agrícolas e florestais, sobretudo do tipo complementar ou de subsistência, onde as técnicas e sistemas tradicionais de gestão de água são ainda muito importantes. À semelhança de muitas áreas interiores portuguesas também aqui se verifica um declínio populacional e o progressivo abandono das actividades agrícolas e, consequentemente, das técnicas e sistemas tradicionais da lavoura e de gestão da água.

No que respeita às técnicas tradicionais de gestão de água existentes nesta área são visíveis os inúmeros poços, nascentes, açudes, as represas e os tanques que armazenam a água. Nos aglomerados populacionais existem sempre várias fontes e/ou chafarizes que, algumas vezes, ainda são usados para o abastecimento doméstico. Existem também alguns vestígios de sistemas de herdeiros de água, em que a água de uma nascente é propriedade de vários utilizadores existindo determinados mecanismos na sua repartição e fruição, e represas ou poças com um sistema de levadas associado.

O abastecimento público de água canalizada não existe na freguesia de São João do Monte. Os habitantes da freguesia utilizam um sistema de abastecimento típico que será descrito mais adiante.

3.1.1 Caracterização socioeconómica

A Freguesia de São João do Monte situa-se no concelho de Tondela, distrito de Viseu, em plena Serra do Caramulo, com uma altitude que varia entre os 550 m em São João do Monte e os 900 m no lugar de Almofala, e abrange uma área de cerca de 48 km². Possui cerca de 1096 habitantes (2001), representando aproximadamente 13 % do território do concelho e apenas 7% da população, tendo uma densidade populacional de 23 hab/km².

Fazem parte da freguesia 20 aglomerados, para além da sede de freguesia, São João do Monte: Abóbada, Almijafa, Almofala, Belazeima, Braçal, Caselho, Castêlo, Daires, Dornas, Mançores, Matadegas, Paúl, Póvoa do Soeiro, Quinta de Menderes, Ramalhal, Souto, Teixo, Valdesma, Vale do Lobo e Valdeiroso. Existiu um outro aglomerado, Soutinho, entretanto abandonado, fruto da migração da população da freguesia.

A Freguesia da Castanheira do Vouga pertence ao concelho de Águeda, distrito de Aveiro, representa uma área de 30 km² e possui 708 habitantes, com uma densidade populacional semelhante à de São João do Monte (UA/DAO, 2006).

O saber tradicional na gestão sustentável da água

As actividades económicas na freguesia de São João do Monte resumem-se às seguintes:

- Agricultura: de subsistência, produzindo essencialmente batata, milho e centeio. Em São João do Monte, existiam em 2001, 186 explorações e 389 ha de Superfície Agrícola Útil, onde 61% era superfície irrigável (Instituto Nacional de Estatística);
- Produção Florestal: a freguesia está inserida numa densa floresta de eucaliptos e pinheiros, representando a indústria das madeiras importante fonte de emprego;
- Indústrias: pequenas indústrias, basicamente serralharias e extracção e trabalho de granitos;
- Comércio/Serviços: 12 comércio/mini-mercados; 9 cafés/bares; 4 tabernas; 2 talhos; uma drogaria/casa de ferragens; um vendedor de materiais de construção; várias pequenas empresas de construção civil.

Na Figura 16 pode-se comprovar que a variação demográfica é semelhante nas duas freguesias: decréscimo populacional desde 1950. Na Castanheira do Vouga, o decréscimo populacional não se apresenta contínuo, apresentando antes avanços e recuos na população, nomeadamente um aumento de 10% entre 1991 e 2001. Este aumento poderá estar relacionado com o melhoramento dos acessos rodoviários na região. Apesar desta melhoria verificada nos últimos 10 anos, a verdade é que a freguesia perdeu 18% da população nos últimos 50 anos, contrariando a tendência do concelho de Águeda, que aumentou 49% no mesmo período.

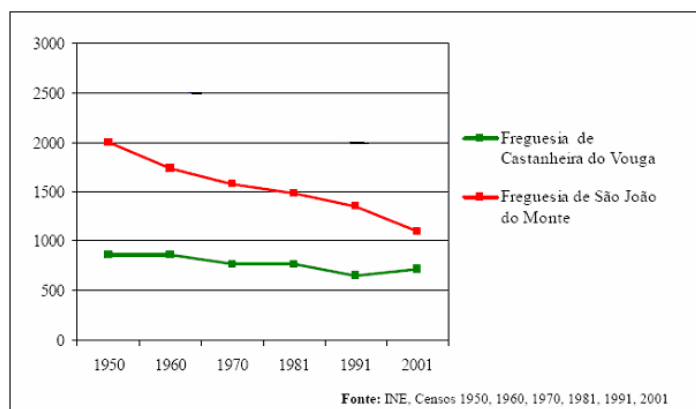


Figura 16. Evolução da população nas freguesias de São do João do Monte e Castanheira do Vouga – (Adaptado de UA/DAO, 2006)

O envelhecimento na população é evidente tanto na Castanheira do Vouga como em São João do Monte, apresentando cerca de 20% da população com mais de 65 anos, superiores à média nacional (Figura 17).

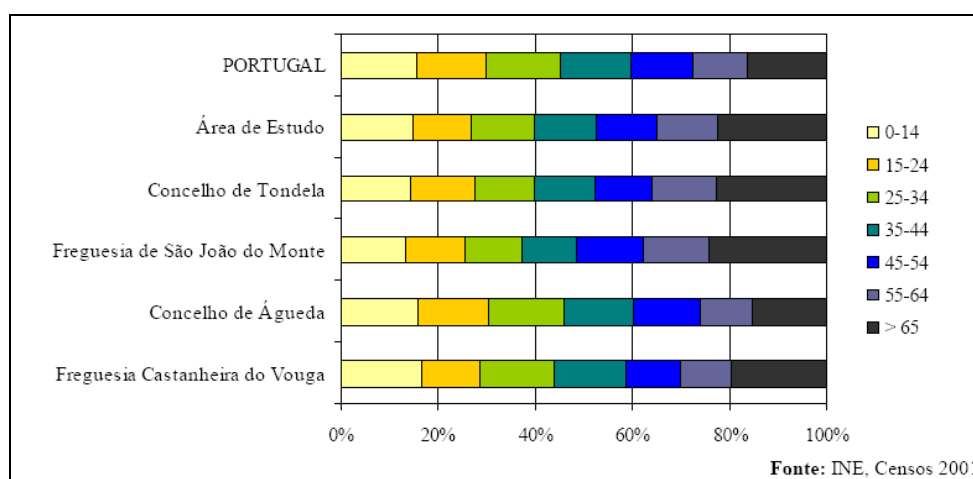


Figura 17. Classes etárias residentes nas freguesias em estudo e comparação com as médias dos respectivos Concelhos e com a média nacional – (Adaptado de UA/DAO, 2006)

Em relação ao nível de escolaridade, 60 % da população residente na freguesia de Castanheira do Vouga possui a escolaridade básica ou não em qualquer nível de ensino, sendo este valor superior para São João do Monte, mais de 70% (Figura 18).

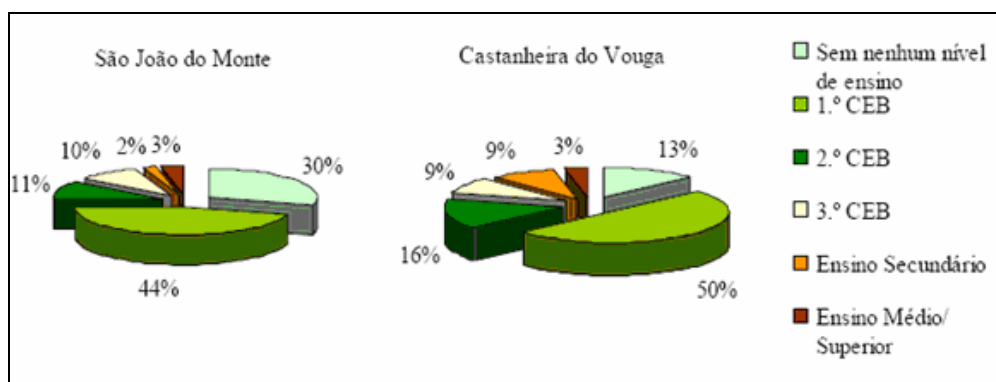


Figura 18. Nível de escolaridade dos habitantes das freguesias – (Adaptado de UA/DAO, 2006)

Tal como na freguesia de SJ do Monte, a tendência que se tem verificado é a procura, das populações, por outras actividades económicas que não as agro-silvo-pastoris. É assim evidente o abandono gradual dos terrenos agrícolas na freguesia (Figura 19). No entanto, a maioria da população apresenta ainda uma relação profunda com a agricultura, a maioria como actividade de subsistência ou complementar. Associado ao desinteresse da população pela prática da agricultura, tem-se optado pela florestação dos campos com eucaliptos.

Acompanhando esta diminuição da área de terrenos agrícolas, as áreas irrigáveis diminuíram de igual modo entre 1989 e 1999. Na freguesia de Castanheira do Vouga a redução de áreas irrigáveis foi de 22%, enquanto em São João do Monte o decréscimo foi muito mais dramático, 49%.

Unidade Geográfica	1989		1999		Variação 89/99	
	N.º de Expl. Total	SAU (ha)	N.º de Expl. Total	SAU (ha)	N.º de Expl. Total	SAU (ha)
Freguesia Castanheira do Vouga	143	205	113	158	-21,0	-22,9
Concelho de Águeda	3630	4202	2287	2918	-37,0	-30,6
Freguesia de São João do Monte	269	702	186	389	-30,9	-44,6
Concelho de Tondela	4662	9108	3423	5849	-26,6	-35,8

Figura 19. Evolução do número de explorações agrícolas e da Superfície Agrícola Útil (SAU) nos Concelhos de Tondela e Águeda, e nas freguesias de São João do Monte e Castanheira do Vouga – (Adaptado de UA/DAO, 2006)

Em termos de abastecimento de água, as realidades são bem distintas. Em São João do Monte não existe ainda rede de abastecimento pública, sendo que o sistema adoptado para abastecer as habitações é aquele já descrito no ponto anterior. Existem mesmo

algumas habitações sem qualquer tipo de água canalizada. Na Castanheira do Vouga existe distribuição de água pública canalizada (Figura 20).

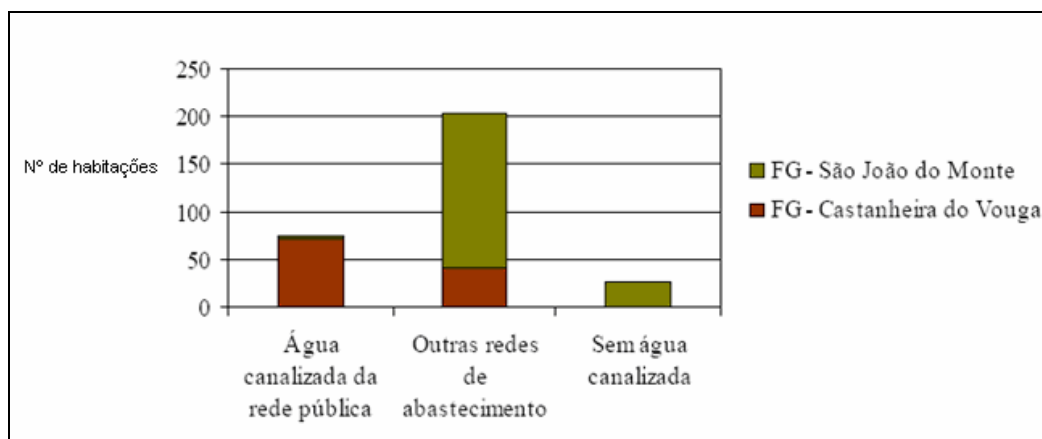


Figura 20. Número de habitações com abastecimento público de água, outro tipo de abastecimento, ou sem qualquer tipo de água canalizada – (Adaptado de UA/DAO, 2006)

3.1.2 Clima

O clima caracteriza-se por uma temperatura média anual de 12,1°C, sendo Agosto o mês mais quente (19,3°C) e o mês mais frio Janeiro (6,2°C). Trata-se de um clima fortemente influenciado pelo efeito amenizante do Oceano Atlântico, em que a continentalidade é pouco acentuada, isto é, nem o Inverno é muito rigoroso nem o Verão é muito quente (Pereira, 1988). A precipitação média anual é de 1880,5 mm, sendo Julho o mês menos chuvoso e Janeiro o mês mais chuvoso. Verifica-se a existência de um período seco anual entre Junho e Agosto que corresponde a uma diminuição na precipitação e a um aumento da temperatura do ar (Carvalho, 1997).

3.1.3 Geomorfologia e geologia

Geologicamente, a área de estudo insere-se no Maciço Antigo, Hespérico, ou Ibérico, que é constituída essencialmente por um substrato rochoso caracterizado pela grande extensão que ocupam os granitos, seguida pelos xistos. Embora na freguesia de São João do Monte predomine a formação granítica, a freguesia vizinha de Castanheira do Vouga, situada a Oeste da primeira, tem como formação geológica predominante o xisto. As diferentes formações geológicas nestas freguesias espelham-se na capacidade de armazenamento de água por parte dos solos, ou seja, é uma área de transição de solos

xistosos para solos graníticos, que permite verificar a influência da geologia no uso e gestão dos recursos de água doce (Pereira, 1988).

3.1.4 Águas subterrâneas

Em toda a região do Caramulo os níveis freáticos acompanham bastante a topografia e o escoamento dirige-se em direcção às linhas de água, onde se dá a descarga. Os níveis freáticos são normalmente muito sensíveis às variações observadas na precipitação. O funcionamento hidráulico é muito simples: recarga pela precipitação, escoamento superficial e hipodérmico importante, armazenamento e fluxo subterrâneos deficientes, quer devido à natureza dos terrenos e condições de baixa permeabilidade, quer devido à delgada espessura do manto de alteração (Pereira, 1988).

As captações com maior profundidade são pequenos poços, com profundidade inferior a 20 m, mas drenagem de desenvolvimento horizontal (galerias, drenos, furos horizontais) e geralmente junto a linhas de água. Apenas nos xistos foram encontrados exemplos de captações tipo furos verticais, com profundidades superiores a 50 m.

3.1.5 Águas superficiais

Esta área enquadra-se no limite da Bacia Hidrográfica do Rio Vouga. O rio Águeda, principal afluente do rio Vouga, possui como cursos de água afluentes mais importantes, o rio Cértima e o rio Alfusqueiro. A Freguesia de São João do Monte é atravessada pelo Rio Águeda e pelo Ribeiro de Dornas (Figura 21).



Figura 21. Ribeiro de Dornas, São João do Monte, Tondela

3.3 Abastecimento de água na freguesia

Não existe rede pública de abastecimento de águas ou de saneamento na freguesia de São João do Monte. As casas são abastecidas por furos artesianos, minas ou poços particulares, e os esgotos descarregados em fossas sépticas. O sistema habitual de abastecimento de águas na localidade de São João do Monte consiste no seguinte: são abertos furos ou minas num local situado acima das casas, chegando a água por gravidade até às mesmas, onde é armazenada num depósito, habitualmente situado no telhado (Figura 22). Inicialmente estes sistemas eram constituídos por “levadas” ou “regos” construídos em pedra, ou escavados no solo. Actualmente são utilizados tubos flexíveis de plástico, facto que ajudou à vulgarização deste tipo de sistema na freguesia.

Para além deste sistema de abastecimento particular, a Junta de Freguesia gere o abastecimento de fontanários espalhados pela Freguesia e de outras estruturas comunitárias (Figura 23). A água destes fontanários provém igualmente de furos ou poços. Por exemplo, o furo da Feira, situado em São João do Monte, abastece os Bombeiros, o Centro Paroquial, a sede da Junta de Freguesia, o Jardim e a Praia Fluvial de São João do Monte. A água destes estabelecimentos e dos fontanários é analisada no Centro de Saúde de Tondela, consistindo apenas em análises bacteriológicas. A maior parte destes fontanários foram construídos nos últimos 50 anos, muitos deles depois de 1974.

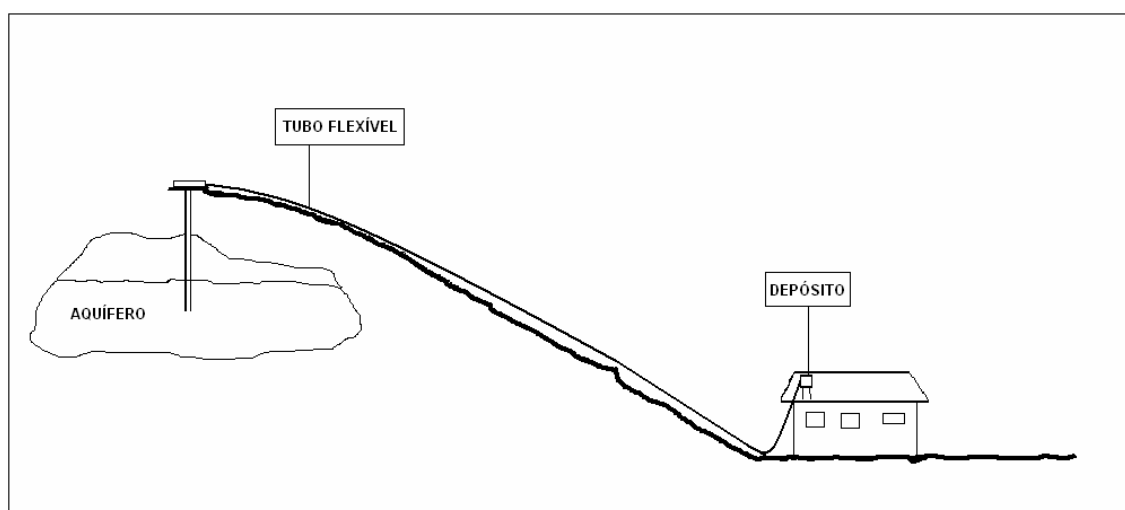


Figura 22. Sistema típico de abastecimento doméstico de água em São João do Monte

De entre todas as fontes e poços existentes na freguesia, alguns possuem uma história curiosa. Uma das fontes que abastece a população de São João foi construída por

um habitante da aldeia, doando a água do seu furo ao público, reservando-se a si o direito às “sobras”. As “sobras” referem-se à água que corre na fonte e não é utilizada pelo público, sendo depois encaminhada para o terreno do senhor que doou a água.



Figura 23. Furo da Abóboda, um dos furos de água para abastecimento público geridos pela Junta de Freguesia

Existe uma outra fonte que difere de todas as outras da freguesia, e que já não é utilizada há cerca de 60 anos (Figura 24). É chamada de fonte de “chafurdo” ou “de mergulho”, uma vez que o acesso à água consiste no mergulho de um recipiente num pequeno tanque da fonte, ao contrário de todas as outras fontes, nas quais a água se recolhe através de uma torneira ou tubo por onde flui a água. Esta era a única fonte de água de São João do Monte, e o único meio de obter água para as casas da aldeia, antes da construção dos outros fontanários. Era neste local que as pessoas se encontravam, e é também apelidada de “fonte dos amores”, fruto dos encontros de namorados com o pretexto de ir buscar água. Hoje este fontanário encontra-se algo esquecido, escondido entre árvores e arbustos, à espera que as entidades resolvam recuperá-la. Trata-se de uma bonita obra de arquitectura e tem um grande valor patrimonial e cultural para a aldeia.

Em quase todas as localidades da freguesia, a água utilizada para a rega das terras agrícolas era efectuada através de um sistema de gestão que adoptou o nome de “águas de herdeiros”. Esta água era propriedade de uma série de agricultores que a utilizava alternadamente de acordo com regras e horários que estavam impostos e que eram passados de geração em geração. No Inverno a abundância de água é muita, e estas águas

eram utilizadas nos lameiros por todos, para prevenir a queima da erva pela geada. Na altura da rega das culturas, no Verão, a gestão da água era então garantida pelo dito sistema. A água era encarada como uma propriedade de alguém, pelo que os direitos sobre a água eram herdados pelos descendentes dos proprietários como qualquer outro bem.



Figura 24. Fonte de chafurdo, o fontanário mais antigo de São João do Monte

Por toda a freguesia se avistam furos, poços, minas, nascentes, fontes e existem também algumas azenhas ao longo do Ribeiro de Dornas (Figura 25). Muitos destes moinhos estão abandonados, permanecendo apenas um par que ainda funciona e alguns que se encontram em reconstrução.



Figura 25. Um dos moinhos que se encontram ao longo do Ribeiro de Dornas

Existe ainda na Freguesia, à entrada de São João do Monte, uma curiosa e algo grandiosa estrutura hidrológica. É chamado de “Aqueduto de Cales” (Figura 26), e foi construído por duas famílias da aldeia. A data da sua construção é incerta, sendo semelhante aos conhecidos aquedutos romanos. Esta estrutura servia para desviar a água do rio Águeda, abastecendo os campos agrícolas na margem esquerda do rio. Actualmente encontra-se sem utilidade.



Figura 26. Aqueduto de Cales, nas imediações de São João do Monte

3.4 Solução sustentável para o abastecimento de água

Apesar da aparente abundância de água na Freguesia de São João do Monte, a instalação de métodos e técnicas mais eficientes e sustentáveis para o aproveitamento da água deve ser encarada como uma política importante e fundamental para a gestão do recurso. Sabe-se hoje que as alterações climáticas se vão fazer sentir com mais intensidade durante o século XXI, afectando a distribuição sazonal das precipitações, a sua quantidade e, conseqüentemente, o caudal dos rios (Projecto SIAM II, 2006).

De acordo com estes cenários, o escoamento médio anual na bacia do rio Vouga vai baixar entre 15% a 30% até ao final do século, dificultando assim o acesso à água por parte das populações dessa bacia hidrográfica. Deste modo, a capacidade de obtenção de água pode diminuir nos próximos tempos (Projecto SIAM II, 2006).

É importante salientar que a freguesia de Castanheira do Vouga, situada a Oeste da vizinha São João do Monte, apresenta alguns problemas de abastecimento de água durante alguns meses do ano. Algo que não sucede em São João do Monte, e que se pode explicar pela formação geológica dominante em cada freguesia: xistos na Castanheira do Vouga, e

granitos em São João do Monte. Face a estas dificuldades, seria interessante considerar a hipótese de instalar sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (AAP) nos edifícios na região, nomeadamente, nos edifícios públicos, tais como a Junta de Freguesia, o Centro Paroquial, Escolas, etc.

O AAP é uma prática muito antiga, que volta a ganhar preponderância em países desenvolvidos, inserida em estratégias para o uso mais eficiente da água. Esse aproveitamento pode ser feito para rega, indústria, criação de gado, ou usos domésticos. Apesar da área de estudo ser uma zona rural e onde se pratica a agricultura tradicional, esta está presente apenas residualmente e como meio de subsistência, não sendo razoável apostar-se em grandes empreendimentos a este nível. Assim, o presente trabalho apenas se debruça sobre o abastecimento doméstico nos edifícios.

Neves et al. (2006) relatam o aproveitamento da água das chuvas em moradias, com particular incidência na concepção dos sistemas, seu dimensionamento e análise económica, que se apresentam de seguida.

3.4.1 Potencial de captação do edifício

A captação de água das chuvas pode ser feita na cobertura das casas e garagens, em terraços, varandas, etc. O volume utilizável é expresso por

Equação 1 $V_{\text{utiliz}} = V_{\text{afl}} - V_{\text{rej}} - V_{\text{desc}}$

onde V_{afl} é o volume afluente ao sistema colector, V_{rej} é o volume rejeitado, normalmente por falta de qualidade, e V_{desc} o volume eventualmente descarregado pelo facto do reservatório não ter capacidade para armazenar toda a água que aflui ao mesmo. Esta análise é reportada a um ano, pelo que

Equação 2 $V_{\text{afl}} = c A h$

onde A representa a área de captação, em projecção horizontal, h a pluviosidade anual e c um coeficiente relacionado com as perdas (chamemos-lhe coeficiente de escoamento) que depende de vários factores, mas cujo valor poderá ser estimado entre 0.8 e 0.9 (Neves et al., 2006).

No entanto, convém notar que após um período significativo sem chover é natural que as superfícies de captação apresentem alguma sujidade, podendo a mesma ser arrastada pela água. Em princípio, para aplicações domésticas convirá rejeitar essas primeiras águas de lavagem (“*first-flush*”, que representa o V_{rej}), existindo para tal diversas soluções, conforme se verá mais adiante. Embora não se possa generalizar, há um certo consenso em torno da necessidade de cerca de 1 l/m² para essa lavagem, ou seja, será de rejeitar o primeiro milímetro da precipitação (Neves et al., 2006). Este volume rejeitado depende do número de ocorrência de eventos chuvosos, e do seu espaçamento temporal.

Por outro lado, a eventual falta de capacidade do reservatório poderá levar a um desperdício de água (V_{desc}). Em moradias, por razões de custo e de aproveitamento do espaço, a capacidade será, em princípio, limitada a menos de 6 m³, pelo que em alturas de muita precipitação o reservatório poderá não ter capacidade para armazenar a água não utilizada, sendo a mesma descarregada através de um “trop-plein”. É lamentável que assim seja, pois essa água viria certamente a ser útil nos períodos de reduzida precipitação, mas as restrições impostas pelo aumento de preço do reservatório aconselham a que se procure a solução óptima em termos de custo-benefício. Isso deve ser feito através de uma análise fina baseada num balanço entre as afluências e os consumos. Esta análise será feita adiante para as nossas duas hipóteses de instalação de sistemas de AAP.

Para este tipo de balanços e cálculos existem ferramentas de cálculo automático, que se baseiam nos registos das precipitações diárias.

3.4.2 Potencial de utilização da água recolhida

Em relação à utilização da água recolhida nas tarefas domésticas, as hipóteses são diversificadas. A possibilidade de utilização para lavagem de sanitas é óbvia. De acordo com Neves, M. (2003), em termos médios estima-se que esse consumo seja da ordem dos 60 l/hab/dia, dos quais apenas 45 l/hab/dia em casa. Outras utilizações são: lavagem de roupa (16 l/hab/dia), serviços de limpeza (6 l/hab/dia), rega, lavagem de automóveis, etc. (6 l/dia em conjunto). Assim, o consumo total nestas utilizações domésticas é de 73 l/hab/dia.

Mais discutível será a utilização para produção de água quente (consumo de cerca de 54 l/hab/dia), mas há exemplos desse aproveitamento, nomeadamente na Austrália. Em princípio, o próprio aquecimento da água melhorará a sua aptidão para esse uso.

Ou seja, em termos médios o potencial de utilização de um sistema de AAP numa habitação situar-se-á entre os 73 l/hab/dia e os 127 l/hab/dia, conforme se inclua, ou não, a produção de água quente. Para uma família de 4 pessoas, e considerando uma permanência em casa de 345 dias por ano, o potencial de utilização representa volumes entre 101 m³/ano e 175 m³/ano.

3.4.3 Qualidade da água da chuva

Dependendo do uso previsto para a água da chuva recolhida, os cuidados a ter com a sua qualidade variam. Segundo o Department of Health - Government of South Australia (2006) a água recolhida e armazenada num reservatório doméstico contém um vasto número de microorganismos. A maior parte deles são inofensivos, mas a presença de organismos patogénicos pode aparecer através de contaminação fecal. Esta contaminação pode ocorrer, geralmente, através das fezes de pássaros que são arrastados do telhado para o reservatório. Outra potencial fonte de contaminação da água é a presença de animais mortos ou insectos nas condutas ou no próprio reservatório. Caso exista desconfiança em relação à qualidade da água da chuva recolhida deve-se proceder à sua desinfecção por cloro, ou através da acção de raios ultra-violeta. O “Rain Water Handbook (2006) of the Resource Conservation Technology, Inc”, aconselha à filtração e desinfecção por UV da água recolhida das chuvas, sempre que o seu uso seja para o interior da casa. Plínio Tomaz (2003) aconselha a desinfecção da água armazenada através de cloro sempre que a água seja utilizada nos sanitários, referenciando valores de cloro entre os 0,5 mg/l e os 3 mg/l.

De acordo com Neves et al. (2006) e o Department of Health - Government of South Australia (2006), o problema da eventual sujidade pode ser ultrapassado, conforme se viu, rejeitando as primeiras águas - *first-flush*. Se a utilização prevista o exigisse poderia ainda pensar-se nalguma desinfecção, eventualmente em certos períodos, o que não seria demasiado complicado. No entanto, sempre que o uso não implique a potabilidade da água, não há referências quanto a essa necessidade.

Ainda segundo o Department of Health – Government of South Australia (2006), o risco de contaminação química da água armazenada está associado a duas fontes distintas:

- Externas ao utilizador/proprietário do sistema. Incluem-se aqui os gases provenientes do tráfego urbano, das emissões das indústrias, etc.

O saber tradicional na gestão sustentável da água

- Associadas à construção do sistema de recolha e armazenamento da água das chuvas, e como tal, controláveis pelo utilizador/proprietário do sistema.

Em relação a este último ponto, será então fundamental a selecção do material do reservatório, canos e telhado, e da sua localização. Uma vez instalado, o reservatório deve ser devidamente coberto e isolado, e a existência de filtros na entrada do reservatório pode revelar-se muito importante para impedir a entrada de detritos de animais, folhas, ou insectos. O telhado não deve ser pintado com tintas contendo chumbo, ou coberto por materiais betuminosos.

Em suma, dever-se-ão tomar certas precauções no armazenamento da água da chuva, a nível de manutenção e concepção do sistema, que poderão ser mais ou menos estritos dependendo do uso da água (Tabela 1).

Manutenção regular do sistema	Concepção do sistema
Manter o telhado limpo, livre de detritos animais e outros elementos potencialmente prejudiciais ao sistema	Telhado impermeável e sem constituintes tóxicos
Cortar árvores e arbustos que fiquem muito próximos e acima do nível do telhado	Implementação de um sistema first-flush, e de filtros na entrada do reservatório
Inspecções regulares e, se necessário, limpeza dos canos, e filtros de entrada do reservatório	Reservatórios cobertos e opacos
Inspecção anual das condições do reservatório, e sua limpeza	Fundo do reservatório inclinado para a saída de água para o esgoto
Testar a água periodicamente	

Tabela 1. Cuidados a ter na concepção e manutenção de um sistema de AAP – (Adaptado de Department of Health - Government of South Australia, 2006)

3.4.4 Componentes de um sistema de AAP

Existem várias soluções e modelos de sistemas de AAP (figuras 27 e 28).

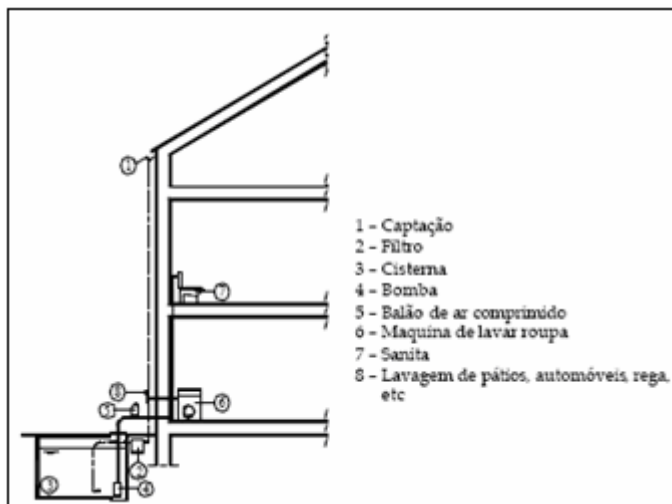


Figura 27. Modelo de implementação de um sistema de AAP que inclui a utilização de uma bomba para elevar a água (Fonte: Neves et al., 2006)

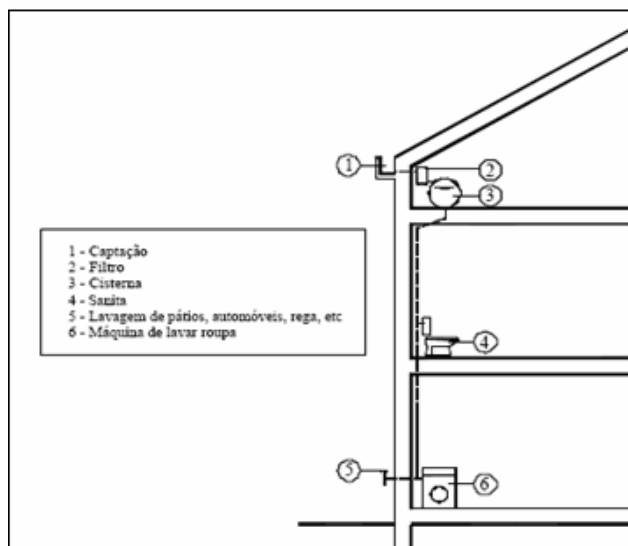


Figura 28. Modelo de implementação de um sistema de AAP que utiliza apenas a força gravítica para distribuir a água (Fonte: Neves, Bertolo, & Rossa, 2006)

De uma maneira geral, os sistemas contemplam as seguintes fases:

- Captação, que pode ser feita na cobertura dos edifícios e garagens, terraços, etc.;

- Pré-tratamento, que depende, naturalmente, das utilizações previstas;
- Armazenamento;
- Utilização;
- Descarga de excedentes;
- Reforço da alimentação

3.4.4.1 Pré-tratamento

O pré-tratamento a considerar depende das utilizações previstas, podendo inclusivamente ser dispensado nalguns casos. Para usos domésticos, como a descarga de sanitários ou a lavagem de roupa será de considerar uma remoção de material grosseiro, como folhas de árvores, operação que poderá ser realizada, por exemplo, através de filtros próprios para esse efeito (Figura 29-a).

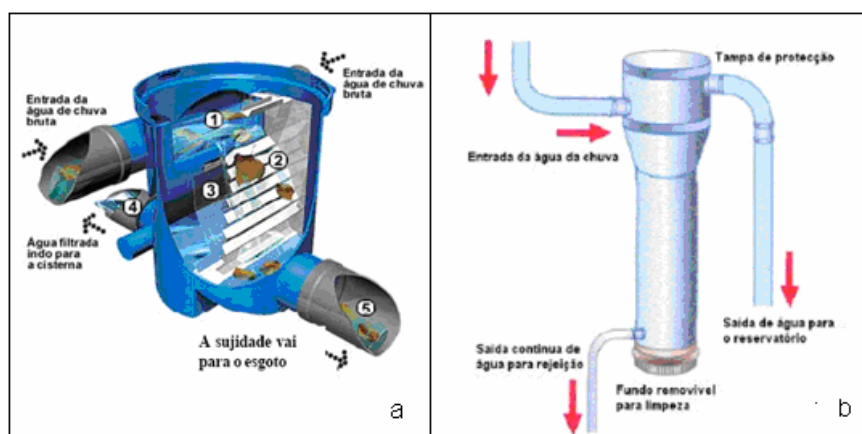


Figura 29. Na esquerda (a) está representado um sistema de filtração de um sistema AAP, e na direita (b) uma solução para o processo “first-flush” (Fonte: Bertolo, 2006)

Em alternativa a esta filtração, ou como complemento, poderá ser utilizado um dispositivo automático para a solução já mencionada, o “first-flush”. Existem várias soluções para esse efeito, como a ilustrada na Figura 29-b. As primeiras águas são temporariamente armazenadas num pequeno reservatório, que depois de cheio transborda para a verdadeira alimentação do sistema de AAP. Entretanto, o dispositivo esvazia-se automaticamente através de um orifício de pequeno diâmetro.

Para áreas de recolha de água maiores, tornar-se-á necessário implementar um reservatório maior para recolher o volume do first-flush. Deste modo, pode optar-se pela

implementação de uma válvula automática de desvio da água do first-flush para o reservatório destinado para o efeito (Figura 30). Quando este está cheio a válvula fecha a ligação ao dito reservatório e conduz a água para o reservatório de armazenamento da água da chuva (The rain well, 2005).

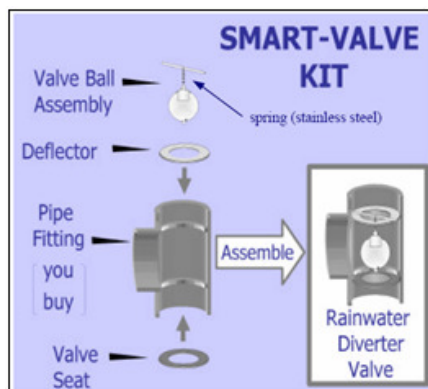


Figura 30. Válvula automática para o first-flush (Smart Valve Diverter) - Adaptado de The rain well, 2005

3.4.4.2 Armazenamento das águas das chuvas

A selecção da localização, posicionamento e do material de construção é um factor decisivo para o dimensionamento do sistema, isto porque o reservatório representa a componente mais dispendioso do sistema.

Conforme se viu, a cisterna pode ser subterrânea (sem luz e sem calor a acção das bactérias é retardada - Figura 27), poderão ser reservatórios à superfície ou instalados no sótão (Figura 28). Neste último caso, o seu posicionamento apresenta uma vantagem e uma desvantagem.

A desvantagem está relacionada com a limitação da altura e volume do reservatório, pois tem que ficar abaixo da caleira, o que poderia implicar a necessidade de altear a cobertura. A colocação no sótão tem a vantagem de dispensar o equipamento de bombagem e a correspondente energia mas, como a cisterna é maior, não permite aproveitar um volume de água tão grande.

Dimensionamento

Conforme atrás se referiu, a fixação da capacidade do reservatório é um problema de compromisso entre custo e benefício. Quanto maior essa capacidade, maior o volume de água que se pode aproveitar mas, naturalmente, maior será o seu custo.

O programa RESAP (Reservatório de Águas Pluviais), da FEUP, faz um balanço entre as afluências e os consumos, permitindo avaliar, perante determinada capacidade, qual o volume de água utilizado, o volume de água desperdiçado e o volume que será necessário ir buscar a outras origens para fazer face às utilizações pretendidas durante um certo tempo. Em termos de afluências o programa está preparado para trabalhar com registos de precipitações diárias, as quais são transformadas em volumes a partir da equação 2 (Neves et al., 2006).

Nas aplicações que têm sido feitas têm-se usado séries longas, de 10 anos, para serem mais representativas da precipitação média diária em termos de anos secos, anos húmidos, etc. Outro dos “inputs” é o volume específico a rejeitar como “first-flush”, habitualmente fixado em 1 l/m², ou seja, o equivalente a 1 mm de chuva. Isto é, em todos os eventos de chuva, é descontado o primeiro milímetro de chuva (Neves, Bertolo, & Rossa, 2006).

O método utilizado neste trabalho será o Método de Rippl, que se baseia na diferença mensal entre os volumes de entrada e os volumes utilizados, maximizando o volume do reservatório, no entanto existem outros métodos para dimensionar os reservatórios. Para além dos cálculos matemáticos, existem outros factores a considerar na altura do dimensionamento (análise custo-benefício, objecto de utilização da água), pelo que o poder de decisão sobre o volume do reservatório está sempre nas mãos do projectista.

Materiais e custos

Alguns dos materiais utilizados na construção de reservatórios são a madeira, pedra, blocos de cimento, tijolos de barro, betão armado, ferrocimento (argamassa de cimento com armadura metálica), fibra de vidro, polietileno, aço galvanizado, etc.

Com base em medições e orçamentos para pequenos reservatórios de betão armado, Neves (2004) chegou à expressão (a) para relacionar o custo com a capacidade. As

expressões (b), (c) e (d) são funções de custo deduzidas por Bertolo (2006) para outros materiais, após pesquisa relativamente exaustiva no mercado português:

Equação 3 **Betão Armado: Custo = $460 V^{2/3}$**

Equação 4 **Polietileno de Alta Densidade (PEAD): Custo = $338 V$**

Equação 5 **Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRVF): Custo = $597 V^{3/4}$**

Equação 6 **Aço Inox: $477 V^{0.85}$**

Nestas expressões o volume deve ser expresso em m^3 e o custo em euros. A Figura 31 mostra um gráfico comparativo dos custos para diversas situações, do qual se depreende que o PEAD será, provavelmente, a solução mais económica para reservatórios até $2,5 m^3$, volume a partir do qual é substituído pelo betão armado.

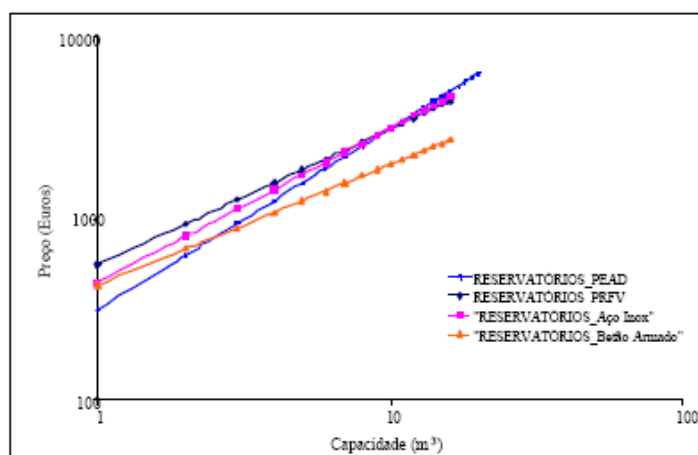


Figura 31. Gráfico do preço do reservatório em função da capacidade de armazenamento para os diferentes tipos de matérias de construção do reservatório (Fonte: Neves et al., 2006)

3.4.4.3 Bombas e outros componentes do sistema

Quando a água é armazenada num depósito sob o solo, e se o seu uso inclui a rega dos jardins, a descarga dos sanitários ou a lavagem de roupa, é necessária a instalação de um sistema de bombagem capaz de distribuir água a pressões mais elevadas.

Podem-se ainda instalar outros componentes, como: válvulas eléctricas, indicador do nível de água no reservatório, um sistema electrónico de controlo de todo o sistema (monitoriza o nível de água; quando existe pouca água no reservatório é automaticamente

accionada a fonte alternativa de água; quando o reservatório está cheio a água é automaticamente transferida para um segundo reservatório, possivelmente situada no telhado da casa; controla o sistema “first-flush; etc...); doseador de cloro.

Como será fácil de entender, a instalação de outros componentes no sistema, bomba, fará disparar o orçamento do sistema de AAP. No entanto, nos casos em que o sistema de AAP funciona como principal fonte de abastecimento de água, poder-se-á justificar este tipo de investimento.

3.4.5 Aplicação de um sistema de AAP em São João do Monte

Na freguesia de São João do Monte seria interessante, numa primeira instância, ponderar a instalação de um destes sistemas numa moradia, e também num dos edifícios públicos, tais como a Junta de Freguesia, Escola Primária, ou o Centro Paroquial (Figura 32). Estes sistemas teriam como objectivo abastecer os sanitários, as máquinas de lavar roupa dos edifícios, e servir para a rega dos jardins, representando, assim, um sistema alternativo ao abastecimento principal de água.

Como exemplo iremos então abordar dois sistemas de AAP: um instalado no Centro Paroquial e outro direccionado para uma moradia privada ficcionada, na qual residiriam quatro pessoas. Este tipo de sistemas será sempre utilizado como backup de um sistema público de abastecimento.

No dimensionamento dos reservatórios vamos utilizar o método do *Rainwater Handbook da Resource Conservation Technology, Inc.* (2006), que representa uma adaptação do método de Rippl mencionado por Tomaz (2003). Com tudo, e ainda de acordo com Tomaz (2003), mais importante que seguir os cálculos à risca é utilizar o bom senso e adaptar os cálculos e as decisões a cada caso, tendo em conta o objectivo do sistema de AAP, a sua dimensão, custos envolvidos, e outras características.

3.4.5.1 Centro Paroquial de São João do Monte

O edifício do Centro Paroquial alberga o Centro de Saúde e os Serviços de Acção Social. Para efeitos de dimensionamento e instalação do sistema de AAP vamos apenas considerar a sua utilização pelos Serviços de Acção Social.



Figura 32. Imagem aérea do Centro Paroquial de São João do Monte (Fonte: Google Earth, 2007)

Neste Serviço trabalham 3 funcionárias a tempo inteiro, tendo como funções a preparação de duas refeições diárias e a lavagem de roupas de 15 utentes do Serviço de Acção Social. De acordo com o que já foi descrito anteriormente, e tendo em conta o tipo de sistema que se irá implementar, a lavagem de roupa pode utilizar a água captada no sistema de AAP, o mesmo não acontecendo com a confecção das refeições. Utilizando as estimativas de Neves (2003) para o consumo de água doméstica, adoptam-se valores de consumo para o Centro Paroquial. Considera-se então: 15 l/funcionária/dia na utilização dos sanitários; 6 l/funcionária/dia na utilização nos serviços de limpeza; e 16 l/utente/dia na utilização na lavagem das roupas dos utentes. Assim o potencial de utilização de água será:

$$\text{Equação 7} \quad (3 \times 15 \text{ l/func/dia}) + (3 \times 6 \text{ l/func/dia}) + (15 \times 16 \text{ l/utente/dia}) = 303 \text{ l/dia}$$

Podemos afirmar que os Serviços Sociais funcionam, em média, 21 dias por mês, 250 dias por ano, perfazendo assim um potencial de utilização de 76 m³/ano de água proveniente do sistema de AAP.

Vamos adoptar os valores de precipitação da região estudada, isto é, da Freguesia de São João do Monte. De acordo com os dados da *Rede Climatológica das Bacias Hidrográficas dos Rios Mondego, Vouga e Lis* (1997), a precipitação média na estação

O saber tradicional na gestão sustentável da água

hidrométrica de Campia (a mais próxima e representativa de São João do Monte) é de cerca de 1880 mm/ano.

Assim, tendo em conta a cobertura do Centro Paroquial de São João do Monte, A poderá ser da ordem dos 330 m². Como a pluviosidade média se cifra em cerca de 1880 mm/ano, considerando $c = 0.85$, substituindo em (2) resulta $V_{\text{aft}} = 527 \text{ m}^3/\text{ano}$.

1930-1996	Precipitação (mm)	Potencial de Captação (m3)	Potencial de Utilização (m3)	Balanço (m3)	Deficit (m3)
Janeiro	281,8	79,04	6,36	66,21	-
Fevereiro	243,6	68,33	6,36	56,38	-
Março	207	58,06	6,36	46,95	-
Abril	146,6	41,12	6,36	31,39	-
Maió	129,5	36,32	6,36	26,99	-
Junho	74,2	20,81	6,36	12,75	-
Julho	23,1	6,48	6,36	-0,41	-0,41
Agosto	27,6	7,74	6,36	0,75	-
Setembro	80,1	22,47	6,36	14,27	-
Outubro	165,3	46,37	6,36	36,21	-
Novembro	223,5	62,69	6,36	51,20	-
Dezembro	275,2	77,19	6,36	64,51	-
Total	1877,5	526,64	76,32	407,23	-

Tabela 2. Resumo dos dados da precipitação, potencial de captação, potencial de utilização, e o balanço entre o potencial de captação e de utilização para o Centro Paroquial de São João do Monte

Como se observa na Tabela 2, e de acordo com o histórico de precipitação de 1930-1996, apenas durante o mês de Julho se poderia verificar uma situação de deficit entre a água captada e a água utilizada, embora durante o mês de Agosto o balanço possa estar também muito próximo dos valores negativos. Assim, de modo a assegurar (quase) garantidamente que o reservatório nunca iria esvaziar, poderíamos dimensionar o reservatório para uma capacidade igual ao potencial de utilização mais 25%, ou seja, aproximadamente 8 m³. Recorde-se que não contabilizámos o volume utilizado para o *first-flush*, pelo que os 25% adicionados ao potencial de captação cobriram esse volume e possíveis desvios dos valores de deficit previstos.

No entanto, considerando este sistema um backup do abastecimento público, o volume do reservatório poderia ser consideravelmente mais pequeno. Apenas em Julho o balanço entre o potencial de utilização e o potencial de captação se apresentaria abaixo do potencial de utilização, e o deficit seria mínimo (0,47 m³). Deste modo, um reservatório

O saber tradicional na gestão sustentável da água

com a capacidade de 5 m³ seria suficiente, uma vez que seria expectável que no final do mês de Junho alguma água restaria no reservatório.

O reservatório situar-se-ia sob o solo, uma vez que a sua instalação no edifício já construído se afiguraria complicada.

Os custos implicados na implementação deste sistema estão presentes na Tabela 3. As caleiras já presentes no edifício serviriam de canalização para o reservatório de armazenamento de água das chuvas, sendo necessárias, possivelmente algumas adaptações entre as caleiras existentes e as conexões com o resto dos componentes. Estes custos não estão presentes na Tabela 3, assim como os custos de mão-de-obra da implementação.

Componente	Tipo	Preço
Reservatório*	betão armado	1.350 €
Bomba**	Multi-stage submersible pump	250 €
First-flush diverter***	smart-valve	42 €
First-flush reservatório*	polietileno de alta densidade	135 €
Filtro**	Small Self-Cleaning Filter	291 €
Automatic pump controler**		71 €
Doseador de cloro ****	Automático	89 €
Indicador do nível de água**	Digital	182 €
Total		2.410 €

Tabela 3. Custos dos componentes do sistema de AAP

* Preço de acordo com as fórmulas de *Neves (2003)* e *Bartolo (2006)*

** Preços de acordo com o catálogo do <http://www.conservationtechnology.com>

*** Preço de acordo com o catálogo do <http://www.therainwell.com>

**** Preço de acordo com o catálogo do <http://www.a2zpoolsupply.com>

, *, **** Conversão directa do preço em dólares americanos para euros, à taxa de câmbio de 7/11/2007 - Preço de envio não incluído

3.4.5.2 Moradia particular

No caso de uma moradia particular ficcionada, vamos supor um valor de área de telhado na ordem dos 200 m², obtendo assim um $V_{\text{atl}} = 319 \text{ m}^3/\text{ano}$. Tal como no exemplo anterior, não vamos contabilizar o volume de água rejeitada por razões de manutenção da qualidade da água no reservatório (*first-flush*), no dimensionamento do reservatório. Este volume de água rejeitada é de difícil contabilização, quer pelo número aleatório de eventos chuvosos durante o ano, quer pela própria dificuldade de definir o conceito de evento chuvoso neste âmbito. Isto é, é difícil definir qual o período de tempo que tem que decorrer entre a ocorrência de chuvas para se considerar que houve um período de tempo suficiente para ocorrer potencial prejuízo para a qualidade da água armazenada.

Para a moradia de 4 pessoas, e considerando que o potencial de utilização abrange os sanitários, lavagem de roupa, serviços de limpeza, rega e lavagem de automóveis, adoptamos a estimativa de Neves (2003), utilizando o potencial de utilização de 73 l/hab/dia. Assumindo uma permanência dos habitantes de 336 dias em casa, o potencial de utilização anual será de 98 m³.

1930-1996	Precipitação (mm)	Potencial de captação (m3)	Potencial de utilização (m3)	Balanço (m3)	Deficit (m3)
Janeiro	281,8	47,91	8,18	39,73	
Fevereiro	243,6	41,41	8,18	33,24	
Março	207	35,19	8,18	27,01	
Abril	146,6	24,92	8,18	16,75	
Maio	129,5	22,02	8,18	13,84	
Junho	74,2	12,61	8,18	4,44	
Julho	23,1	3,93	8,18	-4,25	-4,25
Agosto	27,6	4,69	8,18	-3,48	-7,73
Setembro	80,1	13,62	8,18	5,44	
Outubro	165,3	28,10	8,18	19,93	
Novembro	223,5	38,00	8,18	29,82	
Dezembro	275,2	46,78	8,18	38,61	
Total	1877,5	319,18	98,16	221,02	

Tabela 4. Resumo dos dados da precipitação, potencial de captação, potencial de utilização, e o balanço entre o potencial de captação e de utilização para uma moradia em São João do Monte

Como se percebe na Tabela 4 o deficit máximo atingido numa moradia é de perto de 8 m³, pelo que se deveria dimensionar o reservatório para o seu potencial de utilização

mais 25 %, ou seja, 10 m³. Vai-se, contudo, optar por construir um reservatório de 4 m³ por duas razões principais: a vertente económica da implementação do sistema, uma vez que o componente mais dispendioso do mesmo é o reservatório; e o facto do sistema AAP funcionar apenas como um backup do abastecimento principal de água no edifício.

O sistema de AAP será muito similar ao aplicado no Centro Paroquial, com a alteração no volume do reservatório, sendo no último superior. A Figura 33 representa um possível esquema de implementação de um sistema de AAP em São João do Monte.

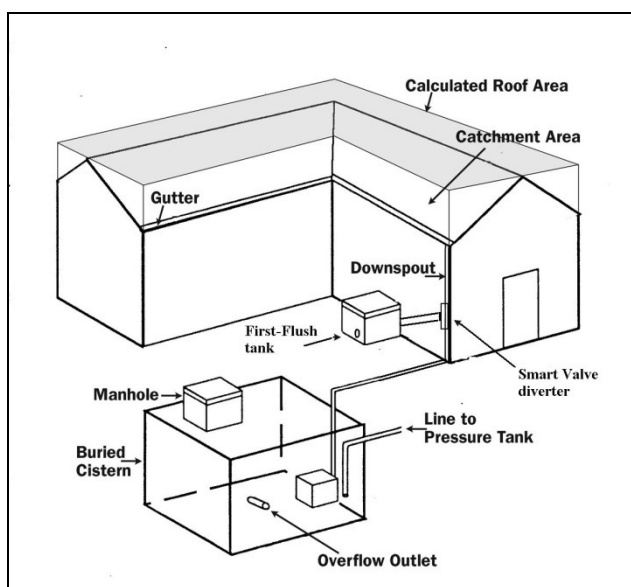


Figura 33. Esquema de um sistema de AAP aplicado numa moradia em São João do Monte

Os custos implicados na implementação deste sistema estão presentes na Tabela 5. As caleiras a implementar seriam dimensionadas e seleccionadas para minimizar os custos, e serviriam de canalização para o reservatório de armazenamento de água das chuvas, não sendo necessárias, neste caso, adaptações entre as caleiras existentes e as conexões com o resto dos componentes. Tal como no exemplo do Centro Paroquial, os custos de mão-de-obra da implementação não são contabilizados.

O saber tradicional na gestão sustentável da água

Componente	Tipo	Preço
Reservatório*	Betão armado	1.160 €
Bomba**	Multi-stage submersible pump	250 €
First-flush diverter***	Smart-valve	42 €
First-flush reservatório*	Polietileno de alta densidade	70 €
Filtro**	Small Self-Cleaning Filter	291 €
Automatic pump controler**		71 €
Doseador de cloro ****	Automático	89 €
Indicador do nível de água**	Digital	182 €
Total		2.155 €

Tabela 5. Custo dos componentes de um sistema de AAP para uma moradia

Presuma-se que, ainda de acordo com o consumo anual total de uma família de 4 pessoas é de 175 m³. O consumo mensal será, em média, de 14,6 m³. É um facto que ainda não existe abastecimento público de água na Freguesia, estando prevista a sua execução a médio prazo. Aquando da sua implementação, será de prever a adesão das pessoas a essa infra-estrutura, beneficiando de um abastecimento de água com qualidade monitorizada e distribuída sob pressão.

Neste contexto, suponhamos ainda que existe, neste momento, água canalizada em São João do Monte. A tarifa de água das Águas do Planalto, S.A. (a empresa concessionária do Sistema Intermunicipal de Abastecimento de Água aos Municípios de Carregal do Sal, Mortágua, Santa Comba Dão, Tábua e Tondela) é, desde Janeiro de 2007, a seguinte:

* Preço de acordo com as fórmulas de *Neves (2003)* e *Bartolo (2006)*

** Preços de acordo com o catálogo do <http://www.conservationtechnology.com>

*** Preço de acordo com o catálogo do <http://www.therainwell.com>

**** Preço de acordo com o catálogo do <http://www.a2zpoolsupply.com>

, *, **** Conversão directa do preço em dólares americanos para euros, à taxa de câmbio de 7/11/2007 - Preço de envio não incluído

Tipo de consumidor	Facturação Mensal	
	Escalão	EUR/m3
Doméstico	0-5 m3	0,5466
	6-10 m3	0,8584
	11-20 m3	1,3259
	21-30 m3	2,1052
	mais de 30 m3	3,6496
Intituições de utilidade pública		0,8584

Tabela 6. Tarifas de consumo de água aplicadas pela empresa concessionária no concelho de Tondela
(Adaptado de: Águas do Planalto - Grupo de Águas de Portugal, 2007)

A utilização do sistema de AAP descrito nas páginas anteriores pelo consumidor doméstico, como backup do sistema municipal de abastecimento, e o aproveitamento de todo o potencial de utilização do sistema, permitir-lhe-ia poupar cerca de 170 euros por ano no consumo de água. Deste modo, e sem considerar o efeito da inflação na tarifa da água, o sistema de AAP estaria rentabilizado ao fim de aproximadamente 13 anos (Tabela 7).

Sem sistema APP		Com sistema APP		Poupança mensal	Poupança anual
Consumo mensal (m ³)	Factura mensal	Consumo mensal (m ³)	Factura mensal		
14,6	19,36 €	6,42	5,51 €	13,85 €	166,17 €

Tabela 7. Diferença nas facturas de consumo de água entre uma moradia com sistema de AAP e outra sem o mesmo

Na freguesia de São João do Monte existe um método de abastecimento adoptado por praticamente toda a população (Figura 22), e que, podendo ser considerado um sistema sustentável de gestão de água, está dependente do nível freático dos lençóis de água nas encostas da serra do Caramulo. Com a alteração nos regimes de precipitação previstos (Projecto SIAM II, 2006), a recarga destes aquíferos poderá ser alterada de forma drástica, devendo ser equacionada a implementação de uma solução alternativa a este sistema já existente.

Capítulo 4

Conclusões

Os SGTA desempenham um papel fundamental na sobrevivência das populações sem recursos. A degradação destes sistemas causa impactos negativos no ambiente, na sociedade e na economia. Nalgumas aldeias de zonas áridas esta situação tornou-se numa tragédia comum de colapso ambiental e de empobrecimento da população. Contudo há uma consciencialização de que as formas de gestão de recursos descentralizados, pequenos e flexíveis devem ser implementadas para salvaguardar o desenvolvimento dessas zonas (ISWSID&RC, 2001).

No entanto, adaptar as comunidades e instituições tradicionais às exigências de desenvolvimento actuais, não é uma simples questão de adaptar instituições locais já existentes a um novo contexto. Em muitas áreas, as relações sociais e as estruturas normativas que regiam os SGTA estão desgastadas ou são quase inexistentes; noutras, as novas exigências colocam pressões sobre as populações locais que eles não conseguem assimilar. São necessárias pesquisas e acções para descobrir como se poderão fortalecer as melhores formas de organização social, possibilitando assim que os SGTA façam parte do processo de desenvolvimento (ISWSID&RC, 2001).

Para ter sucesso, a estratégia de proteger e reabilitar os SGTA tem que se estender para além dos grupos de utilizadores e das povoações. Identificar e corrigir as políticas que contribuíram para o declínio dos sistemas é uma prioridade. Estas políticas incluem intervenções de desenvolvimento que repartiram grandes partes desses recursos aos mais ricos, e outras políticas populistas que são economicamente ineficientes.

Basicamente, as políticas existentes destruíram ou transferiram a força da organização social associada aos SGT dos recursos naturais. Assim, o papel das organizações intermediárias (ONG, grupos de investigação, etc.) é crucial, não só para ajudar a nível local, mas também para construir alianças e fomentar o uso destas novas abordagens.

Wessels e Hoogeveen (2003) enfrentaram algumas dificuldades na prossecução do trabalho de recuperação de SGTA - *qanats*. Dificuldades técnicas, porque a limpeza dos

qanats é um trabalho exigente e perigoso, mas também dificuldades ao nível da organização social da aldeia. A existência de tensões locais, derivadas das disputas pelo poder das diferentes facções e famílias com influência na comunidade, podem colocar em causa as actividades de manutenção e melhoramentos dos *qanats*. Além disso, a alteração dos cenários socioeconómicos obrigam a população mais jovem a migrar, procurando melhores condições de vida, tendo como consequência a falta de mão-de-obra para manter e limpar as estruturas dos *qanats*.

Os autores registaram também algumas lições e direcções a utilizar em futuras acções deste tipo. As reuniões com membros da aldeia utilizadores dos *qanats* ajudam o desenvolvimento das actividades programadas. Os indivíduos que percebem e desejam a renovação e recuperação dos *qanats* podem desempenhar um papel fundamental na sensibilização da restante população. Estas reuniões podem também servir de local de diálogo dos utilizadores dos *qanats* que tenham problemas entre si e que necessitam de ser resolvidos para a manutenção sustentável do sistema.

Em Qarah, Síria, surgiram projectos para a recuperação de *qanats* e a sua utilização combinada com modernos sistemas de irrigação em pomares. Esta acção, juntamente de promoção de eco-turismo associado à actividade dos *qanats* pode assegurar a sua sobrevivência e bom funcionamento.

É hoje claro que durante milhares de anos, nos mais variados pontos do planeta, se desenvolveram técnicas e sistemas de armazenamento e gestão de água das chuvas como resposta a alterações climáticas. No sul da Ásia, por exemplo, essas práticas são conhecidas desde há pelo menos 8000 anos, e ainda hoje existem sistemas operacionais desse tipo para uso das populações.

Segundo o Pandey et al. (2003) o aproveitamento das águas das chuvas tem raízes profundas na Índia. Durante o clima instável do Holoceno, estas técnicas permitiram aos agricultores primitivos diversificar e aumentar a produção de alimentos. As primeiras construções destas estruturas eram bastante simples, consistindo apenas em pequenas manobras de terraplanagem. No entanto, os benefícios que daí advieram podem ter sido cruciais.

A resposta à mudança de clima através da adopção destas técnicas revela a capacidade de adaptação da humanidade. Actualmente, num mundo que se depara com

alterações locais e globais, a capacidade da sociedade absorver o choque, aprender e se desenvolver vai depender do conhecimento histórico das adaptações humanas às alterações climáticas.

Uma perspectiva integrada do conhecimento tradicional de estratégias de adaptação, tais como os sistemas de armazenamento de água das chuvas, será particularmente útil para perceber a vulnerabilidade e adaptação aos stresses ambientais numa escala local. Estudos locais de gestão de riscos podem complementar os exercícios de modelação climática global, de maneira a abordar totalmente a complexidade da vida real (Vedwan & Rhoades, 2001).

Embora o armazenamento da água das chuvas continue a ser praticado globalmente, e de existir interesse renovado na sua reutilização, a maior parte dos sistemas primitivos estão abandonados. Ainda de acordo com *Pandey et al. (2003)*, seria interessante investigar, na Índia, se o menor interesse nesta técnica está relacionada com razões económicas ou com o aumento da intensidade das monções do sudoeste nos últimos 400 anos. Qualquer que seja o caso, as políticas respeitantes às alterações climáticas e da água deverão promover o armazenamento da água das chuvas em todo o mundo. Parece óbvio que esta técnica tem passado despercebida nas políticas ambientais e da água, especialmente nas áreas urbanas, onde os recursos de água estão a ser rapidamente consumidos devido ao aumento da população e ao seu uso não restringido.

Estudos de adaptações históricas às flutuações climáticas poderão fornecer possíveis respostas das sociedades actuais às alterações climáticas que enfrentamos e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos.

A falta de rede de abastecimento e de saneamento na Freguesia de São João do Monte, obriga a uma gestão dos recursos hídricos muito característica na região. A Junta de Freguesia gere um conjunto de furos artesianos e fontanários nos diferentes lugares da Freguesia. Os habitantes de São João do Monte recorrem ao sistema já mencionado no capítulo 3 (Figura 22). Os cenários previstos para as alterações climáticas no século XXI podem agravar a situação da gestão da água na Freguesia.

Ainda que actualmente a população da freguesia de São João do Monte não apresente falta de água em qualquer altura do ano, pese embora a pouca precipitação durante 2 ou 3 meses do ano, esta situação pode alterar-se num futuro mais ou menos

próximo (Projecto SIAM II, 2006). É, assim, pertinente a ponderação da instalação de outros sistemas sustentáveis de gestão da água na região, nomeadamente na freguesia, uma vez que a implementação da rede de abastecimento e saneamento pública de água não está para breve, e o sistema actualmente utilizado está demasiado dependente da recarga dos aquíferos através do ciclo hidrológico.

O estudo realizado por *Bertolo (2006)* demonstra as hipóteses de implementação de sistemas de aproveitamento das águas pluviais. A implementação deste tipo de sistemas deve ser considerada de forma cuidada e criteriosa para cada caso. Desde a localização e capacidade do reservatório, passando pela selecção dos materiais, até à utilização da água recolhida, todos estes itens devem ser devidamente ponderados, de maneira a extrair o maior rendimento possível do sistema. Este estudo aponta para uma rendibilidade da ordem dos 14%/ano no caso de um SAAP comum para um conjunto de 4 moradias semelhantes à do estudo atrás descrito. Ainda de acordo com *Neves et al. (2006)*, a economia de escala tem grande significado para projectos desta natureza.

A aversão à necessidade de investimento inicial e a existência de alguma dificuldade na promoção do conceito “*gaste agora, ganhe para o resto da vida*”, podem ser contrariadas com uma política profunda e incisiva. A recolha de água das chuvas pode e deve ser promovida como uma das estratégias a adoptar para a sustentabilidade dos recursos da água numa era de mudança climática.

A preservação e o levantamento das técnicas e sistemas tradicionais de gestão da água, suas estruturas e saberes associados, devem ser encarados com a seriedade e importância que merecem. A água representa um bem essencial à sobrevivência humana no planeta, e cedo o Homem se apercebeu disso. Desde sempre se preocupou em preservar a água, recorrendo a diversas técnicas e sistemas hoje tidos como “tradicionais”. A herança dessa cultura de sustentabilidade do recurso pode ser fundamental para encarar a escassez de água que se avizinha no presente século.

Recomendações

No âmbito do poder central e da governação do país, a criação de uma série de mecanismos e documentos legais poderiam servir de impulsionadores da revitalização dos STGA.

A implementação destes sistemas de AAP em edifícios públicos ou de utilidade pública devem ser encarados como promotores essenciais deste tipo de iniciativas, e não tanto na vertente custo-benefício do sistema.

Seria interessante colocar a hipótese da criação de benefícios fiscais (IVA, IRS ou IRC) para os cidadãos que implementem este tipo de sistemas, a par do que sucede com a adopção de sistemas de micro-geração de energia (painéis solares, mini-eólicas, mini-hídricas).

Para desenvolver a nível local deixam-se as seguintes recomendações:

A formação e informação das pessoas acerca deste tipo de sistemas devem ser encaradas como uma ferramenta fundamental para a sensibilização da população local acerca das vantagens da implementação de sistemas de AAP, no cenário das alterações climáticas que se avizinham. Neste âmbito seria interessante executar uma auscultação, através de inquéritos, à população, sobre a possível adopção de sistemas de AAP.

Num futuro próximo, os habitantes da freguesia de Castanheira do Vouga estariam mais necessitados de sistemas deste tipo. O facto de existirem dificuldades no abastecimento de água nessa freguesia, e da população sentir esse facto na pele, torna-os mais sensíveis à necessidade de implantação de sistemas alternativos de abastecimento de água.

O sistema actual de abastecimento de água na freguesia de São João do Monte suporta um pequeno reservatório de água. Este poderia ser reutilizado num futuro sistema de AAP, permitindo assim poupar algum dinheiro ao proprietário das moradias.

Sugere-se ainda o levantamento e cadastro dos sistemas tradicionais existentes na região. Seria importante registar também a avaliação e o estado de conservação dos mesmos sistemas, sempre na perspectiva de preservar e proteger o saber tradicional associado a estas técnicas, e que acompanham o desenvolvimento da humanidade desde o surgimento das sociedades modernas.

Por último, a vulgarização da utilização deste tipo de sistemas de AAP permitiria o aparecimento de um mercado de produção e comercialização dos componentes do sistema. Em países como a Austrália, Brasil, Japão, Alemanha ou Estados Unidos da América existe já uma grande oferta de empresas e organizações que se dedicam à implementação destes sistemas, e Portugal poderia tentar seguir os melhores, à semelhança daquilo que acontece no sector das energias renováveis.

Bibliografia

A2ZPoolSupply.com. (1998). *A2ZPoolSupply.com*. Obtido de <http://www.a2zpoolsupply.com/>

Agarwal, A., & Narain, S. (1992). Traditional Systems of Water Harvesting and Agroforestry. *India Internatinal Centre Quaterly*.

Bertolo, E. (2006). Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações. *Dissertação de Mestrado*. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Carvalho, C. R. (1997). *Rede Climatológica das Bacias Hidrográficas dos Rios Mondego, Vouga e Lis, Ministério do Ambiente*. Coimbra: Direcção Regional de Ambiente e Recursos Naturais do Centro.

Coelho, C., Ferreira, A., Boulet, A.K., Fenjiro, I., Antari, M., et al. (2002). Techniques traditionnelles de gestion de l'eau et du sol au Portugal. *Bulletin du Résau Erosion*, 169-181.

deMonecal, P. B. (2001). Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science*, pp. 667-673.

Department of Health - Government of South Australia. (October de 2006). *Department of Health - Government of South Australia*. Obtido de <http://www.dh.sa.gov.au>

Dias, J., & Galhano, F. (1986). *Aparelhos de elevar a água de rega : contribuição para o estudo do regadio em Portugal*. Lisboa: Dom Quixote.

Enzel, Y., & al., e. (1999). High-resolution Holocene environmental changes in the Thar desert, northwestern India. *Journal of Science*, 125-128.

Evenari, M., Shanan, L., & Tadmor, N. (1982). *The Negev: The challenge of a desert*. Cambridge: Harvard Univ. Pres.

FAKT. (2005). Obtido em 2007, de Margraf Publishers: <http://rainwater-toolkit.net/index.php?id=21#>

Gaulin, J. P. (1995). La conquete de l'eau.

Houghton, J. T., Jenkins, G. J., & Ephraums, J. J. (1990). *IPCC First Acessment Report 1990 - Report of Working Group I*. Cambridge University Press.

IFAD. (1992). *Soil and Water Conservation in Sub-Saharan Africa*. Roma.

Instituto da Água, I. P. (s.d.). *INAG*. Obtido de INAG: <http://www.inag.pt/>

Instituto Nacional de Estatística. (s.d.). Obtido de <http://www.ine.pt>

O saber tradicional na gestão sustentável da água

ISWsID&RC. (2001). *Traditional Water Systems: From local practicess to a rehabilitation aproach - a guide for action*.

Jackson, R. B., & al., e. (2001). Water in a changing world. *The Journal of Applied Ecology* , 1027–1045.

Johnson, N., Revenga, C., & Echeverria, J. (2001). Managing water for people and nature. *Journal of Science* , 1071-1072.

Jones, P. D., & Moberg, A. (2003). Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate* , 216-223.

Lightfoot, D. (1996). Syrian qanat Romani: history, ecology, abandonment. *Journal of Arid Environments* .

Moubachir, Y. (1995). Gestion Traditionnelle de l'eau: Dynamisme et Adaptation au Maroc.

Moy, C. M., Seltzer, G. O., Rodbell, D. T., & Anderson, D. M. (2002). Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch. *Nature* , pp. 162-165.

MULTICONCEITO. (2007). *Águas do Planalto - Grupo de Águas de Portugal*. Obtido de <http://www.aguasdoplanalto.pt/>

Neves, M. (2004). *Custo de pequenos reservatórios construídos "in situ"*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neves, M. (2003). Perspectivas para um uso mais eficiente da água no ciclo urbano. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neves, M. V., Bertolo, E., & Rossa, S. (2006). Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos. *Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*, (p. 12).

Nunez, L., Grosjean, M., & Cartajena, I. (2002). Human occupations and climate change in the Puna de Atacama. *Science* , pp. 821-824.

Pandey, D. N. (2001). A bountiful harvest of rainwater. *Journal of Science* , 1763.

Pandey, D. N., Gupta, A. K., & Anderson, D. M. (2003). Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. *CURRENT SCIENCE* .

Pandey, P. K., & al., e. (1999). Arsenicosis and deteriorating groundwater quality: Unfolding crisis in central-east Indian region. *Current Science* , 686–693.

Pereira, J. V. (1988). A serra do Caramulo. *Dissertação de doutoramento em geografia humana* . Coimbra.

O saber tradicional na gestão sustentável da água

Poesen, J., & Lavee, H. (1997). How efficient were ancient rainwater harvesting systems in the Negev Desert, Israel? *Bulletin des Seances* , pp. 405-419.

Projecto SIAM II. (2006). *Alterações Climáticas em Portugal - Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Gradiva - Publicações, Lda.

Rajagopalan, Geeta, Sukumar, R., Ramesh, R., & Pant, R. K. (1997). Late Quaternary vegetational and climatic changes from tropical peats in southern India – An extended record up to 40,000 years BP. *Current Science* , 60-63.

Ramesh, R. (2001). High resolution Holocene monsoon records from different proxies: An assessment of their consistency. *Current Science* , 1432–1436.

Raposo, J. (1996). *A rega – Dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Resource Conservation Technology, Inc. (2006). *Rain Water Handbook*.

Ribeiro, O. (1987). *Mediterrâneo : ambiente e tradição* . Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian .

Sant, D. A., & Rangarajan, G. (2002). Onset of climate change at Last Glacial-Holocene transition: Role of the tropical Pacific. *Current Science* , 1398–1402.

SHE, Sustainable Housing in Europe. (2003). Obtido de <http://www.she.coop>

Society for environmental communications. (2007). Obtido em 2007, de <http://www.downtoearth.org.in/>

The rain well. (Fevereiro de 2005). *The rain well*. Obtido de <http://www.therainwell.com>

The World Bank. (1992). Common Property Resources. *World Bank Discussion Papers n° 169*. Washington.

Thomson, L. G., & al., e. (2002). Kilimanjaro ice core records: Evidence of Holocene climate change in tropical Africa. *Science* , pp. 589-593.

Tomaz, P. (2003). *Aproveitamento de água de chuva*. Navegar Editora.

UA/DAO. (2006). *Relatório de Progresso do 2º ano de execução do projecto TRADWATER*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

UNESCO. (2007). *UNESCO*. Obtido de <http://www.unesco.org>

United Nations Environment Program. (2005). Obtido em 12 de 10 de 2007, de <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/9.asp>

O saber tradicional na gestão sustentável da água

United Nations Framework Convention on Climate Change. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York.

Valente, S., Ferreira, A., C., C., Malta, M., & Moreira, J. (2006). Utilização do saber tradicional na gestão sustentável da água para diferentes cenários de alterações climáticas - Projecto TRADWATERP. *5º Congresso Ibérico Gestão e Planeamento da Água - Bacias Partilhadas*. Faro.

Vedwan, N., & Rhoades, R. E. (2001). Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response. *Climate Res.*

Wessels, J., & Hoogeveen, R. (2003). *Renovation of Qanats in Syria*.

Wikimedia Foundation, Inc. (23 de 10 de 2007). *Wikimedia Foundation, Inc.* Obtido de <http://en.wikipedia.org>